



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 198 07 345 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 N 27/416**  
F 02 D 41/14

21 Aktenzeichen: 198 07 345.3  
22 Anmeldetag: 20. 2. 98  
43 Offenlegungstag: 17. 9. 98

DE 198 07 345 A 1

30 Unionspriorität:  
9-37943 21. 02. 97 JP  
71 Anmelder:  
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota,  
Aichi, JP  
74 Vertreter:  
Winter, Brandl & Partner, 85354 Freising

72 Erfinder:  
Tanigawa, Hiroshi, Mishima, Shizuoka, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einer Brennkraftmaschine

57 Es wird ein Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor für eine Brennkraftmaschine geschaffen, um eine Erwärmungsvorrichtung mit Energie zu versorgen, um den Luft/Kraftstoffverhältnissensor zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine schnell zu aktivieren. Das System weist einen in dem Brennkraftmaschinenabgassystem angeordneten Luft/Kraftstoffverhältnissensor zum Erfassen des Luft/Kraftstoffverhältnisses, eine Erwärmungsvorrichtung zum Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors, eine Batterie und einen Wechselspannungsgenerator beinhaltende Energieversorgung zum Versorgen der Erwärmungsvorrichtung mit Energie, einen Energieversorgungsschalter zum Betätigen einer Energieversorgungsleitung zum Übertragen von Energie von der Energieversorgung und eine Kondensatorschaltung auf, die von der Energieversorgung geladen wird und in der Lage ist, die durch das Laden darin gespeicherte Elektrizität durch die Erwärmungsvorrichtung zu entladen. Zu und nach dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine wird die Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung versorgt wird, auf eine derartige Weise gesteuert, daß der Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand gehalten wird.

DE 198 07 345 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine und insbesondere ein Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine zum Versorgen einer Erwärmungsvorrichtung mit Energie auf eine derartige Weise, daß der Luft/Kraftstoffverhältnissensor schnell aktiviert wird, wenn die Brennkraftmaschine startet.

Ein Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor, der in dem Abgassystem einer Brennkraftmaschine angeordnet ist, ist (in der JPP Nr. 3-246461) vorgeschlagen worden, bei welchem, um den Luft/Kraftstoffverhältnissensor schnell zu aktivieren, wenn die Brennkraftmaschine startet, eine hohe Spannung zum Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors unmittelbar nach einem Starten der Brennkraftmaschine an eine Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, bei welchem die Zeit, zu der der Luft/Kraftstoffverhältnissensor aktiviert wird, durch die Tatsache erfaßt wird, daß die Spannung zwischen zwei porösen Elektroden einer elektrochemischen Sensorzelle unter einen vorbestimmten Wert abgefallen ist, und bei welchem die Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung angelegt ist, nachfolgend auf eine niedrige Spannung verringert wird. In einem im allgemeinen verwendeten Erwärmungsvorrichtungsteuervorgang im Stand der Technik für den Luft/Kraftstoffverhältnissensor wird eine Batteriespannung mit einem vorbestimmten Betriebszyklus an die Erwärmungsvorrichtung angelegt und dieser Betriebsfaktor wird zum Beispiel auf 100%, bis der Luft/Kraftstoffverhältnissensor aktiviert ist, und nachfolgend auf zum Beispiel 50% eingestellt. Dieser Erwärmungsvorrichtungsteuervorgang wird nachstehend erklärt.

Fig. 17 zeigt eine Darstellung, die schematisch einen Aufbau eines Erwärmungsvorrichtungsteuersystems für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine im Stand der Technik darstellt. Fig. 18 zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung angelegt ist, der Erwärmungsvorrichtungstemperatur und der Sensorelementtemperatur des Erwärmungsvorrichtungsteuersystems, das in Fig. 17 gezeigt ist. Wie es in Fig. 17 gezeigt ist, wird eine Erwärmungsvorrichtung 1 durch Versorgen mit Energie von einer Energieversorgung, die eine Batterie 2 und einen Wechselspannungsgenerator 20 beinhaltet, erwärmt und aktiviert dadurch den Luft/Kraftstoffverhältnissensor (nicht gezeigt). Der Strom wird durch Schließen und Öffnen eines ersten Schalters SW1 zugeführt oder abgeschaltet. Der erste Schalter SW1 besteht zum Beispiel aus einem FET und ist in einer Steuereinrichtung 5 zum Steuern der Energie angeordnet, mit der die Erwärmungsvorrichtung 1 versorgt wird. Ein äußerer Anschluß T1 der Steuereinrichtung 5 ist durch einen Zündschalter IGSW und eine Sicherung F2 mit der Batterie 2 verbunden, ein äußerer Anschluß T2 ist an Masse gelegt und ein äußerer Anschluß T3 ist mit einem Ende der Erwärmungsvorrichtung 1 verbunden. Anschlüsse BA, ON und ST des Zündschalters IGSW sind mit der positiven Elektrode der Batterie 2, der Sicherung F2 für die äußere Last bzw. der Sicherung F1 für die Erwärmungsvorrichtung F1 verbunden.

Wenn der Zündschalter IGSW von einem ausgeschalteten Zustand eingeschaltet wird, wird die Spannung über der Batterie 2 durch die Sicherung F1 an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt. Wenn die Steuereinrichtung 5 den Schalter SW1 nachfolgend einschaltet, fließt ein Strom in der Erwärmungsvorrichtung 1. Der Strom, der in der Erwärmungsvorrichtung 1 fließt, wird auf der Grundlage der Spannung über einem Stromerfassungswiderstand  $r_{11}$ , der in

der Steuereinrichtung 5 angeordnet ist, von einer Stromerfassungsschaltung 11 erfaßt. Die Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, wird andererseits durch Erfassen der Spannungen an den äußeren Anschlüssen T1 und T3 erfaßt und aus der Differenz zwischen diesen bestimmt. Die Spannung an dem äußeren Anschluß T1, das heißt, die Spannung über der Batterie 2, wird durch eine elektronische Steuereinheit bzw. ECU, nicht gezeigt, erfaßt, während die Spannung an dem äußeren Anschluß T3 durch eine Spannungserfassungsschaltung 12 erfaßt wird. Die ECU besteht aus einem digitalen Computer und beinhaltet einen ROM bzw. Nur-Lese-Speicher, einen RAM bzw. Direktzugriffsspeicher, einen Sicherungs-RAM, eine CPU bzw. einen Mikroprozessor und Eingangs- und Ausgangsanschlüsse, die durch einen bidirektionalen Bus miteinander verbunden sind. Der FET, der als der Schalter SW1 verwendet wird, wird durch eine Stromsteuerschaltung 13, die mit dem Ausgangsanschluß der ECU verbunden ist, ein- und ausgeschaltet. Als nächstes wird der Steuervorgang der Stromsteuerschaltung 13 erklärt.

In Fig. 18 stellt die Abszisse die Zeit dar und stellt die Ordinate die Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung angelegt ist, durch eine Kurve  $V_a$ , die Erwärmungsvorrichtungstemperatur durch eine Kurve  $T_a$  und die Sensorelementtemperatur durch eine Kurve  $T_b$  dar. Zu dem Zeitpunkt  $t_0$ , zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, wird die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 direkt an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, gleich  $V_B$ . Zu dem Zeitpunkt  $t_1$ , zu dem die Brennkraftmaschine gestartet wird, das heißt, zu dem der Zündschalter IGSW zur Stellung ST geschaltet wird, startet die ECU, einen nicht gezeigten Anlasser anzusteuern. Daher fällt die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 (durch die Kurve  $V_a$  gezeigt) deutlich ab. Mit der Drehung des Anlassers erzeugt der Wechselspannungsgenerator 20 Energie und beginnt, die Batterie 2 zu laden. Folglich beginnt  $V_B$  allmählich anzusteigen und erreicht nach einem Überschreiten einer vorbestimmten Spannung  $V_{TH}$  zu einem Zeitpunkt  $t_2$  die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20. Damit der Spannungsabfall über der Batterie 2 die Startfähigkeit der Brennkraftmaschine nicht nachteilig beeinträchtigt, wird zu dem Zeitpunkt  $t_2$  damit begonnen, der Erwärmungsvorrichtung 1 den Strom zuzuführen.

Mit dem Anstieg der Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 wird das Sensorelement erwärmt. Die Erwärmungsvorrichtungstemperatur (durch Kurve  $T_a$  dargestellt) und die Sensorelementtemperatur (durch Kurve  $T_b$  dargestellt) steigen bis zu einem Zeitpunkt  $t_3$  an, zu dem der Wechselspannungsgenerator 20 eine maximale Ausgangsspannung erzeugt. Danach, zu einem Zeitpunkt  $t_4$ , erreicht das Sensorelement eine Aktivierungstemperatur  $T_{th}$  von zum Beispiel 650°C, die einen aktiven Zustand anzeigt, was es ermöglicht, daß Luft/Kraftstoffverhältnis (A/F) zu messen. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_4$  wird die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 auf eine derartige Weise gesteuert, daß der aktive Zustand des Sensorelements aufrechterhalten wird. Die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 kann durch verschiedene Verfahren gesteuert werden. Diese beinhalten ein Verfahren, bei welchem der Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung 1 gemessen und zu einem konstanten Wert gesteuert wird, ein Verfahren, bei welchem die Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung versorgt wird, auf der Grundlage einer Energieabbildung gesteuert wird, die in Übereinstimmung mit den Betriebszuständen der Brennkraftmaschine vorbereitet wird, und ein Verfahren, bei welchem der Widerstandswert des Sensorelements gemessen und zu einem konstanten Wert gesteuert wird.

Ein Verfahren zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung versorgt wird, wird nachstehend kurz beschrieben. Das Sensorelement, welches in der Auspuffleitung angeordnet ist, nimmt die Wärme sowohl von dem Abgas als auch von der Erwärmungsvorrichtung auf, die in der Auspuffleitung angeordnet ist, und nimmt weiterhin die Abstrahlungswärme von der Auspuffleitung und dem Brennkraftmaschinenkörper auf. Als Ergebnis wird die Temperatur des Sensorelements nicht nur durch die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung sondern ebenso durch die Temperatur des Abgases und die Temperatur des Brennkraftmaschinenkörpers beeinträchtigt. Im Hinblick darauf wird die Erwärmungsvorrichtung auf der Grundlage der elektrischen Grundenergie, die in Übereinstimmung mit den Betriebszuständen der Brennkraftmaschine bestimmt wird, mit Energie versorgt. Genauer gesagt ist, je niedriger die Last ist, unter welcher die Brennkraftmaschine läuft, das heißt, je niedriger die Abgastemperatur ist, desto höher der Pegel, auf welchen die elektrische Grundenergie der Erwärmungsvorrichtung eingestellt wird. Je höher die Last ist, unter welcher die Brennkraftmaschine läuft, das heißt, je höher die Abgastemperatur ist, desto niedriger ist andererseits der Pegel, auf welchen die elektrische Grundenergie der Erwärmungsvorrichtung eingestellt wird. Ebenso wird diese elektrische Grundenergie auf eine derartige Weise experimentell bestimmt, daß die Temperatur des Sensorelements in dem Bereich von 650°C bis 750°C gehalten wird, um das Sensorelement in einem aktiven Zustand zu halten.

Das zuvor erwähnte Steuerverfahren wird besonders erklärt. Der Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung 1 wird aus dem in die Erwärmungsvorrichtung 1 fließenden Strom, der von der Stromerfassungsschaltung 11 erfaßt wird, und der an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegten Spannung berechnet, die von der Spannungserfassungsschaltung 12 erfaßt wird. Aus dem Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung 1 wird die zu dem besonderen Widerstandswert proportionale Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 berechnet. Dann wird die Erwärmungsvorrichtung 1 auf eine derartige Weise mit Energie versorgt, daß die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 an einem ausreichenden Pegel gehalten werden kann, um den Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand zu halten. Ebenso wird die Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung 1 versorgt wird, durch Ein- und Ausschalten des Schalters SW1 mit einem vorbestimmten Betriebszyklus in Übereinstimmung mit dem Betriebsfaktor gesteuert, der auf der Grundlage der elektrischen Grundenergie berechnet wird, die den Betriebszuständen der Brennkraftmaschine entspricht.

Bei dem System, das in der JPP Nr. 3-246461 vorgeschlagen ist, das zuvor beschrieben worden ist und bei einem im allgemeinen verwendeten Erwärmungsvorrichtungssteuersystem im Stand der Technik für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor weist natürlich die Spannung, die an den Luft/Kraftstoffverhältnissensor angelegt wird, eine obere Grenze von ihr auf, die durch die Leistung der Batterie und des Wechselspannungsgenerators bestimmt wird, die in das Fahrzeug eingebaut sind, das die Brennkraftmaschine trägt. Beim schnellen Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors verursacht die Einschränkung, die durch die besondere obere Grenze auferlegt wird, das Problem, daß der Luft/Kraftstoffverhältnissensor nicht zu einer ausreichend frühen Zeit aktiviert werden kann.

Ein anderes mögliches Verfahren zum schnellen Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors ist ein Erhöhen des Stroms durch Verringern des Widerstandswerts der Erwärmungsvorrichtung, während die Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, konstant gehalten

wird. Das Problem, das die Verwirklichung dieses Verfahrens behindert, ist die Tatsache, daß die Erhöhung einer Erwärmungsvorrichtungsabmessung und die Verbesserung des Materials ihre eigenen Grenzen aufweisen und zu hohen Kosten führen.

Ebenso wird bei diesen Systemen im Stand der Technik die Stromzufuhr zu der Erwärmungsvorrichtung während des Anlassens der Brennkraftmaschine unterdrückt, um das Anlaßvermögen, das heißt, die Startfähigkeit der Brennkraftmaschine, sicherzustellen. Dies verursacht das Problem, daß das Aktivieren des Luft/Kraftstoffverhältnissensors weiter verzögert wird.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demgemäß darin, die zuvor erwähnten Probleme zu lösen und ein Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine zu schaffen, bei welchem die Erwärmungsvorrichtung auf eine derartige Weise mit Energie versorgt wird, daß der Luft/Kraftstoffverhältnissensor zu einem frühen Zeitpunkt aktiviert wird, wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mittels den im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung, das dazu gedacht ist, die zuvor erwähnten Probleme zu lösen, weist einen in dem Abgassystem einer Brennkraftmaschine angeordneten Luft/Kraftstoffverhältnissensor zum Erfassen des Luft/Kraftstoffverhältnisses der Brennkraftmaschine, eine Erwärmungsvorrichtung zum Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors, eine eine Batterie und einen Wechselspannungsgenerator beinhaltende Energieversorgung zum Versorgen der Erwärmungsvorrichtung mit Energie und einen Energieversorgungsschalter zum Öffnen oder Schließen einer Energieversorgungsleitung zum Übertragen von Energie von der Energieversorgung zu einer Last, die die Erwärmungsvorrichtung beinhaltet, und zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung versorgt wird, auf eine derartige Weise, daß der aktive Zustand des Luft/Kraftstoffverhältnissensors aufrechterhalten wird, auf. Das System ist dadurch gekennzeichnet, daß es eine Kondensatorschaltung aufweist, die in der Lage ist, durch die Energieversorgung geladen zu werden und die durch das Laden gespeicherte Elektrizität durch die Erwärmungsvorrichtung zu entladen.

Fig. 1 zeigt eine Darstellung, die einen grundlegenden Aufbau eines Erwärmungsvorrichtungssteuersystems für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung zeigt. Ein Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem ersten Aspekt zum Lösen der zuvor erwähnten Probleme weist einen in dem Abgassystem der Brennkraftmaschine angeordneten Luft/Kraftstoffverhältnissensor zum Erfassen des Luft/Kraftstoffverhältnisses der Brennkraftmaschine, eine Erwärmungsvorrichtung 1 zum Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors, eine eine Batterie 2 und einen Wechselspannungsgenerator 20 beinhaltende Energieversorgung zum Versorgen der Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie, einen Energieversorgungsschalter 10, der in der Lage ist, eine Energieversorgungsleitung zum Übertragen von Energie von der Energieversorgung zu einer Last, die die Erwärmungsvorrichtung 1 beinhaltet, zu öffnen und zu schließen, eine Einrichtung zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung 1 versorgt wird, auf eine derartige Weise, daß der aktive Zustand des Luft/Kraftstoffverhältnissensors aufrechterhalten wird, eine Kondensator-

schaltung 3, die in der Lage ist, durch die Energieversorgung geladen zu werden und die durch das Laden gespeicherte Energie durch die Erwärmungsvorrichtung 1 zu entladen, einen zu der Erwärmungsvorrichtung 1 in Reihe geschalteten ersten Schalter 4 zum Zuführen oder Abschalten des Stroms, der zu der Erwärmungsvorrichtung 1 fließt, und eine Steuereinrichtung zum derartigen Steuern des ersten Schalters 4 auf, daß er sich schließt, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist.

Bei dem zuvor erwähnten Aufbau schließt die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4, wenn der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen ist und die Kondensatorschaltung 3 geladen ist, so daß die Erwärmungsvorrichtung 1 von der Energieversorgung mit Energie versorgt wird, während gleichzeitig die Elektrizität, die in der Kondensatorschaltung 3 gespeichert ist, durch die Erwärmungsvorrichtung 1 entladen wird, wodurch die Erwärmungsvorrichtung 1 schnell aktiviert wird.

Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin einen sich zwischen der Energieversorgung und der Kondensatorschaltung 3 befindenden zweiten Schalter 6 zum Zuführen oder Abschalten des Ladestroms von der Energieversorgung zu der Kondensatorschaltung 3 auf.

Durch Öffnen dieses zweiten Schalters 6 während des Anlassens der Brennkraftmaschine wird während des Anlassens verhindert, daß die Erwärmungsvorrichtung 1 von der Energieversorgung mit Energie versorgt wird, die die Batterie 2 und den Wechselspannungsgenerator 20 beinhaltet. Der Spannungsabfall über der Batterie 2, die die Energieversorgung bildet, welcher ansonsten durch den Energieverbrauch durch die Erwärmungsvorrichtung 1 verursacht werden würde, ist daher beseitigt und die Startfähigkeit der Brennkraftmaschine ist sichergestellt. Bei dem Verfahren wird die Erwärmungsvorrichtung 1 von der Kondensatorschaltung 3 mit Energie versorgt.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung steuert die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4 von dem Beginn des Anlassens der Brennkraftmaschine an derart, daß er sich schließt.

Bei diesem Steuervorgang wird der erste Schalter 4 geschlossen, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist und nachdem ein Anlassen der Brennkraftmaschine begonnen hat. Daher wird ein überflüssiger Energieverbrauch vermieden, welcher in dem Fall verursacht werden würde, in dem der erste Schalter 4 unmittelbar geschlossen wird, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist, um die Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie zu versorgen, und in dem die Brennkraftmaschine für eine lange Zeit oder vollständig versagt, zu starten.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung steuert die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4 derart, daß er sich in Übereinstimmung mit dem Brennkraftmaschinenanlaßzustand öffnet oder schließt, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist.

Dieser Steuervorgang wird auf eine derartige Weise durchgeführt, daß der erste Schalter 4 lediglich geschlossen wird, wenn der Anlaßzustand stabil ist, und daher wird verhindert, daß die Startfähigkeit der Brennkraftmaschine verschlechtert wird. Die Stabilität des Brennkraftmaschinenanlaßzustands wird durch Erfassen der Brennkraftmaschinen-drehzahl, der Änderung der Brennkraftmaschinendrehzahl,

des Spannungsabfalls über der Batterie, der Brennkraftmaschinenwassertemperatur, usw. und durch Überprüfen, ob diese Faktoren Referenzwerte erfüllen, entschieden.

Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine Erwärmungsvorrichtungstemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 auf. Die Steuereinrichtung 5 steuert den ersten Schalter 4, während die Brennkraftmaschine angelassen wird, nach dem Schließen des ersten Schalters 4, derart, daß er sich öffnet, wenn die von der Erwärmungsvorrichtungstemperaturerfassungseinrichtung erfaßte Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 einen vorbestimmten Pegel überschreitet, und daß er sich schließt, wenn eine derartige Temperatur nicht höher als der vorbestimmte Pegel ist.

Die Batterie 2 kann, wenn sie abgebaut ist, durch den Wechselspannungsgenerator 20 nicht ausreichend geladen werden und versagt, zu einem Versorgen der Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie beizutragen. Im Hinblick darauf wird der zuvor erwähnte Steuervorgang auf eine derartige Weise durchgeführt, daß der erste Schalter 4 geschlossen wird, wenn die Erwärmungsvorrichtungstemperatur einen vorbestimmten Pegel überschreitet, der ausreicht, um den Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand zu halten, und daß der erste Schalter 4 geschlossen wird, wenn die Erwärmungsvorrichtungstemperatur nicht höher als der vorbestimmte Pegel ist, wodurch ein überflüssiger Energieverbrauch der Erwärmungsvorrichtung 1 verhindert wird.

Da der Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung 1 proportional zu der Erwärmungsvorrichtungstemperatur ist, mißt die Erwärmungsvorrichtungstemperaturerfassungseinrichtung zum Beispiel die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegte Spannung und den darin fließenden Strom, berechnet den Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung und bestimmt daher die Erwärmungsvorrichtungstemperatur durch Wandeln aus dem Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung.

Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin eine Ausfallentscheidungseinrichtung zum Erfassen der an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegten Spannung, wenn der zweite Schalter 6 geöffnet ist, und zum Entscheiden über einen Ausfall der Kondensatorschaltung 3 auf der Grundlage der erfaßten Spannung auf.

Wenn ein Ausfall entschieden wird, kann der Bediener über ein Fehlverhalten des Systems unterrichtet werden. Ebenso kann der zweite Schalter 6 ein Entladen der Kondensatorschaltung 3 verhindern, nachdem die Brennkraftmaschine gestoppt hat.

Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin einen mit der Kondensatorschaltung 3 verbundenen dritten Schalter 7 zum Zuführen oder Abschalten des Ladestroms oder Entladestroms für die Kondensatorschaltung 3 auf. In dem Fall, in dem ein Ausfall durch die Ausfallentscheidungseinrichtung entschieden wird, steuert die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4 derart, daß er sich nach dem Ende eines Anlassens der Brennkraftmaschine schließt, während gleichzeitig der dritte Schalter 7 in den normalerweise offenen Zustand versetzt wird.

Während der Zeitdauer nach einer Ausfallentscheidung zur Reparatur oder zum Austausch des Systems kann das System daher sicher verwendet werden. Ebenso verhindert der dritte Schalter 7, daß die Kondensatorschaltung 3 entladen wird, nachdem die Brennkraftmaschine gestoppt hat.

Fig. 2A zeigt eine Darstellung eines grundlegenden Aufbaus des Erwärmungsvorrichtungssteuersystems für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung, wenn es sich in einem geladenen Zustand befindet, und Fig. 2B zeigt eine ähnliche Darstellung, die das gleiche Erwärmungsvorrichtungssteuersystem in einem entladenen Zustand darstellt. Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung, das die zuvor erwähnten Probleme löst, weist einen in dem Abgassystem der Brennkraftmaschine angeordneten Luft/Kraftstoffverhältnissensor zum Erfassen des Luft/Kraftstoffverhältnisses der Brennkraftmaschine, eine Erwärmungsvorrichtung 1 zum Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors, eine Batterie 2 und einen Wechselspannungsgenerator 20 beinhaltende Energieversorgung zum Versorgen der Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie, einen Energieversorgungsschalter 10 zum Öffnen und Schließen einer Energieversorgungsleitung zum Übertragen von Energie von der Energieversorgung zu einer Last, die die Erwärmungsvorrichtung 1 beinhaltet, eine Einrichtung zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung 1 versorgt wird, auf eine derartige Weise, daß der Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand gehalten wird, eine Kondensatorschaltung 8, die durch die Energieversorgung geladen wird und in der Lage ist, die durch das Laden darin gespeicherte Elektrizität durch die Erwärmungsvorrichtung 1 zu entladen, eine Lade/Entlade-Schalt-  
netz 9 zum Schalten der Energieversorgung und der Kondensatorschaltung 8 parallel zueinander und zum Schalten der Erwärmungsvorrichtung 1 in Reihe zu der Parallelschaltung, die die Energieversorgung und die Kondensatorschaltung 8 beinhaltet, um eine Ladeschaltung auszubilden, zu dem Zeitpunkt eines Ladens der Kondensatorschaltung 8, während die Energieversorgung, die Kondensatorschaltung 8 und die Erwärmungsvorrichtung 1 zu dem Zeitpunkt eines Entladens der Kondensatorschaltung 8 zueinander in Reihe geschaltet werden, um eine Entladeschaltung auszubilden, einen in Reihe zu der Erwärmungsvorrichtung 1 geschalteten ersten Schalter 4 zum Zuführen oder Abschalten des Stroms, der zu der Erwärmungsvorrichtung 1 fließt, und eine Steuereinrichtung 5 zum derartigen Steuern des ersten Schalters 4, daß er sich von dem Zeitpunkt an schließt, zu dem das Anlassen der Brennkraftmaschine beginnt, nachdem der Energieversorgungsschalter geschlossen worden ist, und zum Steuern des Lade/Entlade-Schaltnetzes 9 auf eine derartige Weise, daß die zuvor erwähnte Ladeschaltung ausgebildet wird, wenn sich der Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand befindet, und daß die zuvor erwähnte Entladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor inaktiv ist.

Bei dem zuvor erwähnten Aufbau schaltet die Steuereinrichtung 5, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist, das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 derart, daß eine Ladeschaltung für die Kondensatorschaltung 8 ausgebildet wird, und schließt von dem Zeitpunkt an, zu dem das Anlassen der Brennkraftmaschine beginnt, den ersten Schalter 4, während gleichzeitig das Lade/Entlade-Schalt-  
netz 9 auf eine derartige Weise gesteuert wird, daß eine Ladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor aktiv ist, und daß eine Entladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor inaktiv ist. Zu dem Zeitpunkt eines Ausbildens einer Entladeschaltung wird die Erwärmungsvorrichtung 1 von der Energieversorgung mit Energie versorgt und die in der Kondensatorschaltung 8 gespeicherte Elektrizität wird durch die Erwärmungsvorrichtung 1 entladen, wodurch die Erwärmungsvorrichtung 1 schnell aktiviert wird.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung steuert die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4 derart, daß er sich schließt, und steuert das Lade/Entlade-Schalt-  
netz 9, von der Ladeschaltung zu der Entladeschaltung umzuschalten, an dem Ende des Anlassens der Brennkraftmaschine.

Dieser Steuervorgang schließt den ersten Schalter 4 und schaltet das Lade/Entlade-Schaltnetz 9, von der Ladeschaltung zu der Entladeschaltung umzuschalten, an dem Ende des Anlassens der Brennkraftmaschine. Deshalb wird die Erwärmungsvorrichtung 1 während des Anlassens nicht von der Energieversorgung mit Energie versorgt und wird der Spannungsabfall über der Batterie 2, die die Energieversorgung ausbildet, aufgrund des Energieverbrauchs durch die Erwärmungsvorrichtung 1 beseitigt, wodurch die Startfähigkeit der Brennkraftmaschine sichergestellt ist.

Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin eine Ausfallentscheidungseinrichtung zum Erfassen der Spannung, die zu dem Zeitpunkt eines Ladens und Entladens der Kondensatorschaltung 8 an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist und zum Entscheiden über einen Ausfall der Kondensatorschaltung 8 aus der erfaßten Spannungsdifferenz auf.

Eine Ausfallentscheidung kann den Bediener über ein Fehlverhalten des Systems unterrichten.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung steuert die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4 derart, daß er sich an dem Ende eines Anlassens der Brennkraftmaschine schließt, und schaltet mindestens einen der Anschlüsse der Kondensatorschaltung 8, der mit dem Lade/Entlade-Schaltnetz 9 verbunden ist, auf eine Entscheidung über einen Ausfall durch die Ausfallentscheidungsvorrichtung hin zu dem normalerweise offenen Zustand.

Eine Ausfallentscheidung läßt zu, daß das System nachfolgend sicher verwendet wird, bis das System repariert oder ausgetauscht ist.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Kondensatorschaltung 8 eine Mehrzahl von zueinander parallel geschalteten Kondensatoren.

Der zuvor erwähnte Aufbau kann die Anzahl von verwendeten Kondensatoren verringern.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Kondensatorschaltung 8 eine Mehrzahl von zueinander in Reihe geschalteten Kondensatoren.

Dieser Aufbau beseitigt die Notwendigkeit eines Einstellens einer Ladespannung durch einen Spannungsteilerwiderstand.

Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin eine Diode D auf, die in der Lage ist, zu dem Zeitpunkt eines Entladens der Kondensatorschaltung 8 parallel zu der Kondensatorschaltung 8 zu der Energieversorgungsleitung geschaltet zu werden.

Dieser Aufbau unterdrückt den Abfall der Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung angelegt ist, zu dem Zeitpunkt eines Entladens.



Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin einen Widerstand  $r$  auf, der in der Lage ist, sich zu dem Zeitpunkt eines Ladens der Kondensatorschaltung 8 zwischen der negativen Elektrode der Kondensatorschaltung 8 und Masse zu befinden.

Dieser Aufbau kann die Quellenspannungsänderungen, wenn es irgendwelche gibt, zu dem Zeitpunkt eines Ladens oder Entladens des Kondensators unterdrücken.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Kondensatorschaltung 8 eine Mehrzahl von Kondensatoren, wobei das System weiterhin eine Schalteinrichtung zum Umschalten des Entladungsspannungsmusters der Kondensatorschaltung 8 aufweist.

Der zuvor erwähnte Aufbau kann die Quellenspannung, die aus der Batterie und dem Wechselspannungsgenerator abgeleitet wird, die Ladespannung der Kondensatoren und die Spannung, die in Übereinstimmung mit der Erwärmungstemperatur an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, optimieren.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet das Schaltnetz mindestens einen Schalter, der betätigt wird, um die Kondensatorschaltung 8 zwischen einer Reihenschaltung und einer Parallelschaltung umzuschalten.

Dieser Aufbau kann die Quellenspannung, die aus der Batterie und dem Wechselspannungsgenerator abgeleitet wird, die Ladespannung der Kondensatoren und die Spannung, die in Übereinstimmung mit der Erwärmungsvorrichtungstemperatur an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, optimieren.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Schalteinrichtung einen Schalter, der betätigt wird, um das Entladen eines Teils der Kondensatoren zu unterdrücken.

Dieser Aufbau kann die Quellenspannung, die aus der Batterie und dem Wechselspannungsgenerator abgeleitet wird, die Ladespannung der Kondensatoren und die Spannung, die in Übereinstimmung mit der Erwärmungsvorrichtungstemperatur an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, optimieren.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung sind alle Kondensatoren der Kondensatorschaltung 8 zu dem Zeitpunkt eines Ladens zueinander in Reihe geschaltet, wobei das System weiterhin einen Widerstand  $r_0$  aufweist, der zwischen die negative Elektrode der Kondensatorschaltung 8 und Masse eingefügt ist.

Dieser Aufbau kann die Quellenspannungsänderungen, wenn es irgendwelche gibt, zu dem Zeitpunkt eines Ladens oder Entladens der Kondensatoren unterdrücken.

Fig. 3A zeigt eine Darstellung eines grundlegenden Aufbaus des Erwärmungsvorrichtungssteuersystems für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine in einem geladenen Zustand und Fig. 3B zeigt eine ähnliche Darstellung des gleichen Systems in einem entladenen Zustand. Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung zum Lösen der zuvor erwähnten Probleme weist einen in dem Abgassystem der Brennkraftmaschine angeordneten

Luft/Kraftstoffverhältnissensor zum Erfassen des Luft/Kraftstoffverhältnisses der Brennkraftmaschine, eine Erwärmungsvorrichtung 1 zum Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors, eine Batterie 2 und einen Wechselspannungsgenerator 20 beinhaltende Energieversorgung zum Versorgen der Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie und einen Energieversorgungsschalter zum Öffnen oder Schließen einer Energieversorgungsleitung zum Übertragen von Energie von der Energiequelle zu einer Last, die die Erwärmungsvorrichtung beinhaltet, eine Einrichtung zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung 1 versorgt wird, auf eine derartige Weise, daß der Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand gehalten wird, eine erste Kondensatorschaltung 3 und eine zweite Kondensatorschaltung 8, die durch die Energieversorgung geladen werden und in der Lage sind, die durch das Laden gespeicherte Elektrizität durch die Erwärmungsvorrichtung 1 zu entladen, ein Lade/Entlade-Schaltnetz 9 einersits zum Schalten der zweiten Kondensatorschaltung 8 parallel zu der ersten Kondensatorschaltung 3, die parallel zu der Energieversorgung geschaltet ist, während gleichzeitig die zweite Kondensatorschaltung 8 und die Erwärmungsvorrichtung 1 in Reihe zu der Parallelschaltung geschaltet werden, die die Energieversorgung und die erste Kondensatorschaltung 3 beinhaltet, um dadurch eine Ladeschaltung auszubilden, zu dem Zeitpunkt eines Ladens der zweiten Kondensatorschaltung 8, und andererseits zum Schalten der zweiten Kondensatorschaltung 8 und der Erwärmungsvorrichtung 1 in Reihe zu der ersten Kondensatorschaltung 3, die parallel zu der Energieversorgung geschaltet ist, um dadurch eine Entladeschaltung auszubilden, zu dem Zeitpunkt eines Entladens der zweiten Kondensatorschaltung 8, einen zu der Erwärmungsvorrichtung 1 in Reihe geschalteten ersten Schalter 4 zum Zuführen oder Abschalten des Stroms, der zu der Erwärmungsvorrichtung 1 fließt, und eine Steuereinrichtung 5 zum derartigen Steuern des ersten Schalters, daß er sich schließt, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist, und zum Steuern des Lade/Entlade-Schaltnetzes von dem Beginn eines Anlassens der Brennkraftmaschine an auf eine derartige Weise, daß eine Ladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor aktiv ist, und daß eine Entladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor inaktiv ist.

Bei dem zuvor erwähnten Aufbau schließt die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist, während gleichzeitig das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 derart schaltet, daß eine Ladeschaltung für die zweite Kondensatorschaltung 8 ausgebildet wird, wodurch die erste Kondensatorschaltung 3 und die zweite Kondensatorschaltung 8 geladen werden. Nachdem das Anlassen begonnen hat, wird andererseits der erste Schalter 4 geschlossen und wird das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 derart gesteuert, daß eine Ladeschaltung ausgebildet, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor aktiv ist und daß eine Entladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor inaktiv ist. Als Ergebnis wird die Erwärmungsvorrichtung 1 zu dem Zeitpunkt eines Ausbildens einer Entladeschaltung mit Energie von der Energiequelle und der ersten Kondensatorschaltung 3 versorgt und wird die in der zweiten Kondensatorschaltung 8 gespeicherte Elektrizität durch die Erwärmungsvorrichtung 1 entladen, wodurch die Erwärmungsvorrichtung 1 schnell aktiviert wird.

Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin einen zwischen der Energieversorgung und der er-

sten Kondensatorschaltung 3 einerseits und der zweiten Kondensatorschaltung 8 andererseits angeordneten zweiten Schalter zum Zuführen oder Abschalten des Ladestroms von der Energieversorgung zu der ersten Kondensatorschaltung 3 und der zweiten, Kondensatorschaltung 8 auf.

In dem Fall, in dem der zweite Schalter 6 während des Anlassens der Brennkraftmaschine geöffnet ist, wird verhindert, daß die Erwärmungsvorrichtung 1 von der Energieversorgung mit Energie versorgt wird. Daher wird der Spannungsabfall der Batterie 2, die die Energieversorgung bildet, welcher ansonsten durch den Energieverbrauch durch die Erwärmungsvorrichtung 1 verursacht werden würde, beseitigt, um dadurch die Startfähigkeit der Brennkraftmaschine sicherzustellen. Unterdessen wird die Erwärmungsvorrichtung 1 von der ersten Kondensatorschaltung 3 und der zweiten Kondensatorschaltung 8 mit Energie versorgt.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung steuert die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4 derart, daß er sich von dem Zeitpunkt an schließt, zu dem ein Anlassen der Brennkraftmaschine beginnt.

Als Ergebnis dieses Steuervorgangs wird der erste Schalter 4 von dem Zeitpunkt an geschlossen, zu dem ein Anlassen der Brennkraftmaschine beginnt, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist. Es ist deshalb möglich, den überflüssigen Energieverbrauch zu sparen, welcher in dem Fall verursacht werden würde, in dem der erste Schalter 4 unmittelbar geschlossen wird, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist, um die Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie zu versorgen, und in dem die Brennkraftmaschine für eine lange Zeit oder vollständig versagt, zu starten.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung steuert die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4 derart, daß er sich in Übereinstimmung mit dem Brennkraftmaschinenanlaßzustand öffnet oder schließt, nachdem der Energieversorgungsschalter 10 geschlossen worden ist.

Dieser Steuervorgang schließt den ersten Schalter 4 lediglich, wenn das Anlassen der Brennkraftmaschine stabil ist, und kann dadurch die Verschlechterung der Brennkraftmaschinenstartfähigkeit verhindern. Die Stabilität des Brennkraftmaschinenanlaßzustands wird durch Erfassen der Brennkraftmaschinendrehzahl, der Änderung der Brennkraftmaschinendrehzahl, des Spannungsabfalls über der Batterie, der Brennkraftmaschinenwassertemperatur, usw. und durch Überprüfen, ob diese Faktoren Referenzwerte erfüllen, entschieden.

Das Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin eine Erwärmungsvorrichtungstemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur der Erwärmungsvorrichtung auf, wobei die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter derart steuert, daß er sich öffnet, wenn die von der Erwärmungsvorrichtungstemperaturerfassungseinrichtung erfaßte Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 einen vorbestimmten Pegel überschreitet, und daß er sich schließt, wenn die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 nicht höher als der vorbestimmte Pegel ist, während des Anlassens, nachdem das Anlassen der Brennkraftmaschine begonnen hat und der erste Schalter 4 nachfolgend geschlossen worden ist.

In dem Fall, in dem die Batterie abgebaut ist, kann die Batterie durch den Wechselspannungsgenerator nicht ausreichend geladen werden und kann nicht zum Versorgen der

Erwärmungsvorrichtung mit Energie beitragen.

In einem derartigen Fall wird der zuvor erwähnte Steuervorgang derart durchgeführt, daß der erste Schalter 4 geöffnet wird, wenn die Erwärmungsvorrichtungstemperatur einen vorbestimmten Pegel überschreitet, der ausreichend hoch ist, um den Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand zu halten, und daß der erste Schalter geschlossen wird, wenn die Erwärmungsvorrichtungstemperatur nicht höher als der vorbestimmte Pegel ist, wodurch ein überflüssiger Energieverbrauch durch die Erwärmungsvorrichtung verhindert wird. Die Erwärmungsvorrichtungstemperaturerfassungseinrichtung nutzt den Vorteil der Tatsache, daß der Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung proportional zu der Erwärmungsvorrichtungstemperatur ist, berechnet den Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung durch Messen der an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung und des dadurch darin fließenden Stroms und bestimmt die Erwärmungsvorrichtungstemperatur durch Wandeln aus dem Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung.

Das Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin eine erste Ausfallentscheidungseinrichtung zum Erfassen der Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, wenn der zweite Schalter 6 geöffnet ist, und zum Entscheiden über einen Ausfall der ersten Kondensatorschaltung 3 aus der derart erfaßten Spannung auf.

Eine Ausfallentscheidung kann den Bediener über ein Fehlverhalten des Systems unterrichten. Ebenso kann der zweite Schalter 6 verhindern, daß die Kondensatorschaltung 3 entladen wird, nachdem die Brennkraftmaschine gestoppt hat.

Das Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin einen zu der ersten Kondensatorschaltung 3 in Reihe geschalteten dritten Schalter 7 zum Zuführen oder Abschalten des Ladestroms und des Entladestroms für die erste Kondensatorschaltung 3 auf, wobei, auf eine Ausfallentscheidung durch die erste Ausfallentscheidungseinrichtung hin, die Steuereinrichtung 5 den ersten Schalter 4 derart steuert, daß er sich schließt, und den dritten Schalter 7 derart steuert, um von dem Zeitpunkt an normalerweise offen ist, zu dem ein Anlassen der Brennkraftmaschine stoppt.

Auf diese Weise kann das System sicher verwendet werden, bis das System nach der Ausfallentscheidung repariert oder ausgetauscht ist. Ebenso verhindert der dritte Schalter 7 das Entladen aus der Kondensatorschaltung 3, nachdem die Brennkraftmaschine gestoppt hat.

Das Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin eine zweite Ausfallentscheidungseinrichtung zum Erfassen der Spannung, die zu dem Zeitpunkt eines Ladens und Entladens der ersten Kondensatorschaltung 3 bzw. der zweiten Kondensatorschaltung 8 an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, und zum Entscheiden über einen Ausfall der zweiten Kondensatorschaltung 8 aus der Differenz zwischen den zwei derart erfaßten Spannungen auf.

Diese Ausfallentscheidung kann den Bediener über ein Fehlverhalten des Systems unterrichten.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung steuert die Steuereinrichtung 5, auf eine Ausfallentscheidung durch die zweite Ausfallentscheidungseinrichtung hin, den ersten Schalter 4 derart, daß er sich an dem Ende eines An-

lassens einer Brennkraftmaschine schließt und daß mindestens einer der Anschlüsse der zweiten Kondensatorschaltung 8, der mit dem Lade/Entlade-Schaltnetz 9 verbunden ist, zu einem normalerweise offenen Zustand geschaltet wird.

Deshalb kann das System sicher verwendet werden, bis das System nach dieser Ausfallentscheidung repariert oder ausgetauscht ist.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet die zweite Kondensatorschaltung 8 eine Mehrzahl von zueinander parallel geschalteten Kondensatoren.

Dieser Aufbau kann die Anzahl von verwendeten Kondensatoren verringern.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet die zweite Kondensatorschaltung 8 eine Mehrzahl von zueinander in Reihe geschalteten Kondensatoren.

Dieser Aufbau beseitigt die Notwendigkeit eines Einstellens einer Ladespannung durch einen Spannungsteilerwiderstand.

Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin eine Diode D auf, die zu dem Zeitpunkt eines Entladens der zweiten Kondensatorschaltung 8 parallel zu der zweiten Kondensatorschaltung 8 zu der Energieversorgungsleitung geschaltet wird.

Dieser Aufbau unterdrückt den Abfall der Spannung, die zu dem Zeitpunkt eines Entladens an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist.

Das Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist weiterhin einen Widerstand  $r_0$  auf, der zu dem Zeitpunkt eines Ladens der zweiten Kondensatorschaltung 8 zwischen die negative Elektrode der zweiten Kondensatorschaltung 8 und Masse eingefügt ist.

Dieser Aufbau kann die Quellenspannungsänderungen, wenn es irgendwelche gibt, zu dem Zeitpunkt eines Ladens oder Entladens der Kondensatoren unterdrücken.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet die zweite Kondensatorschaltung 8 eine Mehrzahl von Kondensatoren und weist das System weiterhin eine Schalteinrichtung zum Schalten des Entladespannungsmusters für die zweite Kondensatorschaltung 8 auf.

Dieser Aufbau kann die Quellenspannung, die aus der Batterie und dem Wechsellspannungsgenerator abgeleitet wird, die Ladespannung für die Kondensatoren und die Spannung, die in Übereinstimmung mit der Erwärmungsvorrichtungstemperatur an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, optimieren.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Schalterrichtung mindestens einen Schalter, der betätigt wird, um die zweite Kondensatorschaltung 8 zwischen Reihen- und Parallelschaltungen zu schalten.

Dieser Aufbau kann die Quellenspannung, die durch die Batterie und den Wechsellspannungsgenerator erzeugt wird, die Ladespannung für die Kondensatoren und die Spannung, die in Übereinstimmung mit der Erwärmungsvorrichtungstemperatur an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, optimieren.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet die Schalteinrichtung einen Schalter, der betätigt wird, um das Entladen eines Teils der Kondensatoren zu unterdrücken.

Dieser Aufbau kann die Quellenspannung, die durch die Batterie und den Wechsellspannungsgenerator erzeugt wird, die Ladespannung für die Kondensatoren und die Spannung, die in Übereinstimmung mit der Erwärmungsvorrichtungstemperatur an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, optimieren.

Bei dem Erwärmungsvorrichtungssteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung sind zu dem Zeitpunkt eines Ladens alle Kondensatoren der zweiten Kondensatorschaltung 8 zueinander in Reihe geschaltet und ist ein Widerstand zwischen die negative Elektrode der zweiten Kondensatorschaltung 8 und Masse eingefügt.

Dieser Aufbau kann die Quellenspannungsänderungen, wenn es irgendwelche gibt, zu dem Zeitpunkt eines Ladens oder Entladens der Kondensatoren unterdrücken.

Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Darstellung eines grundlegenden Aufbaus eines Erwärmungsvorrichtungssteuersystems für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2A eine Darstellung eines grundlegenden Aufbaus eines Erwärmungsvorrichtungssteuersystems einer Brennkraftmaschine gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung im geladenen Zustand;

Fig. 2B eine Darstellung eines grundlegenden Aufbaus des Erwärmungsvorrichtungssteuersystems in Fig. 2A im entladenen Zustand;

Fig. 3A eine Darstellung eines grundlegenden Aufbaus eines Erwärmungsvorrichtungssteuersystems für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung im geladenen Zustand;

Fig. 3B eine Darstellung eines grundlegenden Aufbaus des Erwärmungsvorrichtungssteuersystems in Fig. 3A im entladenen Zustand;

Fig. 4 eine Darstellung eines Aufbaus eines Ausführungsbeispiels des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5A ein Zeitablaufdiagramm der gemäß einem ersten Steuerverfahren in dem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung.

Fig. 5B ein Zeitablaufdiagramm der gemäß einem zweiten Steuerverfahren in dem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung;

Fig. 5C ein Zeitablaufdiagramm der gemäß einem dritten Steuerverfahren in dem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung;

Fig. 6 eine Darstellung eines Aufbaus eines ersten Ausführungsbeispiels des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7A ein Zeitablaufdiagramm der gemäß dem ersten Steuerverfahren in dem ersten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung;

Fig. 7B ein Zeitablaufdiagramm der gemäß dem zweiten



Steuerverfahren in dem ersten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung;

**Fig. 8** eine Darstellung eines Aufbaus eines zweiten Ausführungsbeispiels des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 9** eine Darstellung eines Aufbaus eines dritten Ausführungsbeispiels des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 10** eine Darstellung eines Aufbaus eines vierten Ausführungsbeispiels des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 11** ein Zeitablaufdiagramm der gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung;

**Fig. 12** eine Darstellung einer Relaischaltbetriebsart;

**Fig. 13A** ein Zeitablaufdiagramm der gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung;

**Fig. 13B** ein Zeitablaufdiagramm für die Temperatur eines Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 14** eine Darstellung eines Aufbaus eines Ausführungsbeispiels des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 15A** ein Zeitablaufdiagramm der gemäß dem ersten Steuerverfahren in dem Ausführungsbeispiel des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung;

**Fig. 15B** ein Zeitablaufdiagramm der gemäß dem zweiten Steuerverfahren in dem Ausführungsbeispiel des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung;

**Fig. 15C** ein Zeitablaufdiagramm der gemäß dem dritten Steuerverfahren in dem Ausführungsbeispiel des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung;

**Fig. 16** ein Zeitablaufdiagramm der Temperaturänderung des Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements von dem Zeitpunkt an, zu dem die Brennkraftmaschine startet, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem das Luft/Kraftstoffverhältnissensorelement aktiviert wird, gemäß den ersten bis dritten Aspekten der vorliegenden Erfindung verglichen mit der für die Systeme im Stand der Technik;

**Fig. 17** eine schematische Darstellung eines Aufbaus eines Erwärmungsvorrichtungsteuersystems im Stand der Technik für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine; und

**Fig. 18** ein Zeitablaufdiagramm der an die Erwärmungsvorrichtung angelegten Spannung, der Erwärmungsvorrichtungstemperatur und der Temperatur des Sensorelements in dem Erwärmungsvorrichtungsteuersystem in **Fig. 17**.

Es folgt die Beschreibung von Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 4** zeigt eine Darstellung, die einen Aufbau eines Ausführungsbeispiels gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung zeigt, **Fig. 5A** zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Erwärmungsvorrichtungsspannung gemäß einem ersten Steuerverfahren, **Fig. 5B** zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Erwärmungsvorrichtungsspannung gemäß einem zweiten Steuerverfahren und **Fig. 5C** zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Erwärmungsvorrichtungsspannung gemäß einem dritten Steuerverfahren. Bei dem ersten Steuerverfahren wird der Erwärmungsvorrichtung von dem Zeitpunkt an ein Strom zugeführt, zu dem ein Zündschalter eingeschaltet wird. An-

dererseits wird bei dem zweiten Steuerverfahren der Erwärmungsvorrichtung ein Strom zugeführt, wenn der Zündschalter zu der Anlasserstellung geschaltet wird. Das dritte Steuerverfahren ist ausgenommen dessen ähnlich zu dem zweiten Steuerverfahren, daß der Strom zu der Erwärmungsvorrichtung **1** unterdrückt wird, wenn die Erwärmungsvorrichtungstemperatur einen vorbestimmten Pegel überschreitet. Wie es in **Fig. 4** gezeigt ist, wird die Erwärmungsvorrichtung **1** durch die Energie erwärmt, mit der sie von einer Energieversorgung versorgt wird, die eine Batterie **2** und einen Wechselspannungsgenerator **20** auf, um dadurch einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor (nicht gezeigt) zu aktivieren. Der Strom zu der Erwärmungsvorrichtung **1** wird durch Öffnen oder Schließen eines ersten Schalters **SW1** zugeführt oder abgeschaltet. Der Schalter **SW1** besteht zum Beispiel aus einem FET bzw. Feldeffekttransistor und ist in einer Steuereinrichtung **5** zum Steuern des Stroms angeordnet, der der Erwärmungsvorrichtung **1** zugeführt wird. Ein äußerer Anschluß **T1** der Steuereinrichtung **5** ist durch einen Zündschalter **IGSW** und eine Sicherung **F2** mit der positiven Elektrode der Batterie **2** verbunden. Ein äußerer Anschluß **T2** ist an Masse gelegt und ein äußerer Anschluß **T3** ist mit einem Ende der Erwärmungsvorrichtung **1** verbunden.

Wenn der Zündschalter **IGSW** eingeschaltet wird, wird die Spannung  $V_B$  über der Batterie **2** durch einen zweiten Schalter **SW2** und die Sicherung **F1** an die Erwärmungsvorrichtung **1** angelegt. Danach fließt ein Strom in der Erwärmungsvorrichtung **1**, wenn die Steuereinrichtung **5** den Schalter **SW1** einschaltet. Der in der Erwärmungsvorrichtung **1** fließende Strom wird auf der Grundlage der Spannung über einem Stromerfassungswiderstand  $r_{11}$  von einer Stromerfassungsschaltung **11** erfaßt. Die an die Erwärmungsvorrichtung **1** angelegte Spannung wird andererseits durch Erfassen der Spannungen der äußeren Anschlüsse **T1** und **T3** und durch Berechnen der Differenz zwischen diesen bestimmt. Die Spannung des äußeren Anschlusses **T1**, das heißt, die Spannung  $V_B$  über der Batterie **2** wird von einer elektronischen Steuereinheit bzw. ECU, nicht gezeigt, erfaßt und die Spannung des äußeren Anschlusses **T3** wird von einer Spannungserfassungsschaltung **12** erfaßt. Die ECU beinhaltet einen digitalen Computer, der einen ROM bzw. Nur-Lese-Speicher, einen RAM bzw. Direktzugriffsspeicher, einen Sicherungs-RAM, eine CPU bzw. einen Mikroprozessor, einen Eingangsanschluß und einen Ausgangsanschluß aufweist, die durch einen bidirektionalen Bus verbunden sind. Der als der Schalter **SW1** verwendete FET wird durch eine Stromsteuerschaltung **13** ein- und ausgeschaltet, die mit dem Ausgangsanschluß der ECU verbunden ist.

Das zuvor erwähnte Ausführungsbeispiel gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet eine Kondensatorschaltung **3**, die mindestens einen Kondensator aufweist.

Der Kondensator wird erst durch die Batterie **2** und den Wechselspannungsgenerator **20** der zu der Batterie **2** parallel geschaltet ist, geladen, während die Brennkraftmaschine läuft. Die an dem Kondensator gespeicherte Elektrizität wird durch Erwärmungsvorrichtung **1** entladen, wenn die Brennkraftmaschine startet. Dieser Kondensator wird als ein elektrischer Doppelschichtkondensator bezeichnet, der eine kleine Abmessung und eine große Kapazität aufweist, und ist derart aufgebaut, daß er die Ladung zwischen Aktivkohle, die eine Elektrode bildet, und einem organischen Elektrolyt (Polycarbonat) mit einer Nennspannung von 2,5 V speichert. Unter der Annahme, daß die Batteriespannung **13 V** beträgt, beinhaltet die Kondensatorschaltung **3** deshalb vorzugsweise fünf oder sechs Kondensatoren in Reihe. Die positive Elektrode der Kondensatorschaltung **3** ist durch den

dritten Schalter SW3 mit dem Knotenpunkt zwischen der Sicherung F1 und der Erwärmungsvorrichtung 1 verbunden und die negative Elektrode von ihr ist an Masse gelegt. Der zweite Schalter SW2 kann durch eine Diode ersetzt werden. Wenn der Schalter SW2 geöffnet ist oder wenn die Diode die Spannung über der Batterie 2 unter die Ladespannung der Kondensatorschaltung 3 verringert, während die Brennkraftmaschine angelassen wird, kann der Rückfluß des Stroms von der Kondensatorschaltung 3 zu der Batterie 2 verhindert werden. Ebenso ist die Kondensatorschaltung 3 zum Schützen des Kondensators gegen eine Überspannung parallel zu einer Zehnerdiode ZD geschaltet. Der zweite Schalter SW2 wird zum Verhindern, daß die Spannung über der Batterie 2 abfällt, wenn die Erwärmungsvorrichtung 1 von der Batterie 2 mit Energie versorgt wird, wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird, geöffnet. Der dritte Schalter SW3 dient zum Verhindern, daß der Kondensator, geladen oder entladen wird, wenn die Kondensatorschaltung 3 fehlerhaft ist. Der zweite Schalter SW2 oder der dritte Schalter SW3 wird geöffnet, nachdem die Brennkraftmaschine-gestoppt-hat,-und-wird-vorteilhaft-zum-Verhindern verwendet, daß der Kondensator entladen wird.

Nun wird der Steuervorgang der Stromsteuerschaltung 13 unter Bezugnahme auf die Fig. 5A bis 5C erklärt.

In den Fig. 5A bis 5C stellt die Abszisse die Zeit und die Ordinate die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegte Spannung dar. Eine Kurve  $V_a$  stellt die zeitliche Änderung der Spannung dar, die in Übereinstimmung mit dem ersten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, bei welchem der Erwärmungsvorrichtung 1 Strom zugeführt wird, sobald der Zündschalter GSW eingeschaltet wird. Eine Kurve  $V_b$  stellt die zeitliche Änderung der Spannung dar, die in Übereinstimmung mit dem zweiten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, bei welchem der Erwärmungsvorrichtung 1 kein Strom zugeführt wird, wenn der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, sondern der Erwärmungsvorrichtung 1 Strom zugeführt wird, wenn der Zündschalter IGSW zu dem Anlasser geschaltet wird. Eine Kurve  $V_c$  stellt andererseits die zeitliche Änderung der Spannung dar, die in Übereinstimmung mit dem dritten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, das ausgenommen dessen ähnlich zu dem zuvor erwähnten zweiten Steuerverfahren ist, daß der Schalter SW1 in Übereinstimmung mit der Erwärmungsvorrichtungstemperatur auf eine derartige Weise betätigt wird, daß der Luft/Kraftstoffverhältnissensor in dem Fall, in dem die Batterie abgebaut ist, in einem aktiven Zustand gehalten wird.

Zuerst wird die Kurve  $V_a$  unter Bezugnahme auf Fig. 5A erklärt. Zu dem Zeitpunkt  $t_0$ , zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, wird eine Spannung  $V_{ALT}$  die höher als die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 ist, an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt. Gleichzeitig wird damit begonnen, daß der Erwärmungsvorrichtung 1 ein Strom zugeführt wird, und die in der Batterie 2 und der Kondensatorschaltung 3 gespeicherte Elektrizität wird zu der Erwärmungsvorrichtung 1 entladen. Die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegte Spannung  $V_{HT}$  ist aufgrund der Tatsache, daß während einer Zeit, zu der die Brennkraftmaschine feststehend ist, die Batterie 2 entladen wird und die Spannung über ihr abfällt, aber die Kondensatorschaltung 3 nicht wesentlich entladen wird und deshalb die Kondensatorschaltung 3 die Spannung hält, die auf die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators aufgeladen ist, während die Brennkraftmaschine läuft, höher als die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2. Ebenso wird bei den Ausführungsbeispielen, die unter Bezugnahme auf diese und nachfolgende Darstellungen beschrieben werden,

angenommen, daß die zu einem Zeitpunkt  $t_0$  an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegte Spannung  $V_{HT}$  gleich einen Wert von  $V_{ALT}$  annimmt.

Es wird zurück auf die Kurve  $V_a$  verwiesen. Die an die Erwärmungsvorrichtung angelegte Spannung  $V_{HT}$  beginnt aufgrund des Energieverbrauchs durch die Erwärmungsvorrichtung 1 vom Zeitpunkt  $t_0$  an allmählich abzufallen. In dem Fall, in dem die Brennkraftmaschine zu einem Zeitpunkt  $t_1$  startet, das heißt, in dem Fall, in dem der Zündschalter IGSW innerhalb mehrerer Sekunden von einer Normalzeit  $t_0$  zu der Stellung ST geschaltet wird, beginnt die ECU dann, einen nicht gezeigten Anlasser anzusteuern. Die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 fällt aufgrund des Aktivierungsstroms des Anlassers stark ab. Wenn der Anlasser einmal aktiviert ist, verringert sich jedoch der von dem Anlasser aufgenommene Strom. Auf diese Weise erzeugt der Wechselspannungsgenerator 20 Energie und beginnt die Batterie 2 und die Kondensatoren der Kondensatorschaltung 3 durch die Drehung des Anlassers, wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird, oder durch die Drehung der Brennkraftmaschine, nachdem die Brennkraftmaschine gestartet ist, aufzuladen. Folglich beginnt sich die Spannung  $V_B$  zum Zeitpunkt  $t_1$  allmählich zu erhöhen.

Da der zweite Schalter SW2 offen ist und der dritte Schalter SW3 geschlossen ist, fällt die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, wie es durch die Kurve  $V_a$  dargestellt ist, aufgrund des Energieverbrauchs durch die Erwärmungsvorrichtung 1 allmählich von der maximalen Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20, die höher als die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 ist, während einer von Zeit  $t_0$  bis  $t_2$  ab. Die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2, die als Ergebnis eines Ladens von ihr durch den Wechselspannungsgenerator 20 zu und nach dem Zeitpunkt  $t_1$  erhöht worden ist, überschreitet die vorbestimmte Spannung  $V_{TH}$ , die das Anlassen der Brennkraftmaschine zum Zeitpunkt  $t_2$  nicht beeinträchtigt, und erreicht dann die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20. Dieser Zeitpunkt  $t_2$  kann als derjenige betrachtet werden, zu dem die Brennkraftmaschine eine vorbestimmte Drehzahl erreicht hat. Wie es zuvor beschrieben worden ist, ist das erste Steuerverfahren gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung verglichen mit dem System im Stand der Technik, bei welchem zu dem Zeitpunkt  $t_2$  damit begonnen wird, die Erwärmungsvorrichtung 1 an der Spannung über der Batterie 2 mit Energie zu versorgen, derart, daß zum Zeitpunkt  $t_0$  damit begonnen wird, die Erwärmungsvorrichtung 1 an der Spannung  $V_{ALT}$ , die höher als  $V_B$  ist, durch den Kondensator 3 mit Energie zu versorgen, und deshalb wird eine frühere Aktivierung des Luft/Kraftstoffverhältnissensors ermöglicht.

Da die Erwärmungsvorrichtung 1 von dem Zeitpunkt  $t_0$  an erwärmt wird, wird das Luft/Kraftstoffverhältnissensorelement zu einem frühen Zeitpunkt aktiviert, so daß sich die Erwärmungsvorrichtungstemperatur und die Sensorelementtemperatur früh erhöhen. Daher erreicht das Sensorelement, nachdem der Wechselspannungsgenerator 20 die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  zu einem Zeitpunkt  $t_3$  erzeugt, eine Aktivierungstemperatur  $T_{th}$  von zum Beispiel  $650^\circ\text{C}$ , die seinen aktiven Zustand anzeigt, und eine Messung des Luft/Kraftstoffverhältnisses (A/F) wird zu einem Zeitpunkt  $t_4$  möglich. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_4$  wird die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 auf eine derartige Weise gesteuert, daß das Sensorelement in einem aktiven Zustand gehalten wird. Dieses Ausführungsbeispiel verwendet ein Verfahren zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung 1 versorgt wird, auf der Grundlage einer Energieabbildung, die in Übereinstimmung mit den Brennkraftmaschinenbetriebszuständen vorbereitet ist. Al-

ternativ kann ein Verfahren verwendet werden, bei welchem der Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung 1 gemessen wird und zu einem konstanten Pegel gesteuert wird oder bei welchem der Widerstandswert des Sensorelements gemessen wird und zu einem konstanten Pegel gesteuert wird.

Ein Verfahren zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung 1 versorgt wird, gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird nachstehend beschrieben. In dem ersten Schritt wird der Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung 1 aus dem in der Erwärmungsvorrichtung 1 fließenden Strom, der von der Stromerfassungsschaltung 11 erfaßt wird, und der an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegten Spannung berechnet, die von der Spannungserfassungsschaltung 12 erfaßt wird. In dem zweiten Schritt wird die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1, die proportional zu ihrem Widerstandswert ist, aus dem berechneten Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung 1 erfaßt. In dem dritten Schritt wird die Erwärmungsvorrichtung 1 auf eine derartige Weise mit Energie versorgt, daß die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 an einem ausreichend hohen Pegel gehalten wird, um den Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand zu halten. Ebenso wird die Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung 1 versorgt wird, durch Ein- und Ausschalten des Schalters SW1 mit einem vorbestimmten Betriebszyklus in Übereinstimmung mit dem Betriebsfaktor gesteuert, der auf der Grundlage der elektrischen Grundenergie berechnet wird, die den Brennkraftmaschinenzuständen entspricht.

Als nächstes wird die Kurve  $V_b$  unter Bezugnahme auf Fig. 5B erklärt. Zu dem Zeitpunkt  $t_0$ , zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, wird die Spannung  $V_{ALT}$ , die höher als die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 ist, an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt. Von diesem Zeitpunkt an wird der Erwärmungsvorrichtung 1 noch kein Strom zugeführt. Folglich hält die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, den Pegel der Spannung  $V_{ALT}$  von Zeitpunkt  $t_0$  bis Zeitpunkt  $t_1$ . Beim Starten der Brennkraftmaschine, das heißt, wenn der Zündschalter IGSW zum Zeitpunkt  $t_1$  zur Stellung ST geschaltet wird, beginnt die ECU, den nicht gezeigten Anlasser anzusteuern. Daher fällt die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 aufgrund des Aktivierungsstroms des Anlassers deutlich ab. Wenn der Anlasser aktiviert ist, verringert sich jedoch der in dem Anlasser aufgenommene Strom. Daher erzeugt der Wechselspannungsgenerator 20 (nicht gezeigt) Energie und beginnt, die Batterie 2 durch die Drehung des Anlassers, wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird, und durch die Drehung der Brennkraftmaschine, nachdem die Brennkraftmaschine gestartet ist, zu laden. Zum Zeitpunkt  $t_1$  beginnt sich deshalb die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 allmählich zu erhöhen.

Hinsichtlich der Tatsache, daß vor dem Zeitpunkt  $t_2$  der zweite Schalter SW2 offen bleibt und der dritte Schalter SW3 geschlossen bleibt, fällt allmählich die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, die durch die Kurve  $V_b$  dargestellt ist, während der Zeitdauer  $t_0$  zu  $t_1$ , von der Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20, die höher als die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 ist, aufgrund des Energieverbrauchs durch die Erwärmungsvorrichtung 1 ab. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_2$  überschreitet die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2, die somit als Ergebnis eines Ladens durch den Wechselspannungsgenerator 20 soweit erhöht worden ist, die vorbestimmte Spannung  $V_{TH}$ , ohne das Anlassen der Brennkraftmaschine zu beeinträchtigen, zum Zeitpunkt  $t_2$  und erreicht dann die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20. Der Vorgang zu und nach dem Zeitpunkt  $t_2$  ist zu dem ähnlich, der in Fig. 5A gezeigt ist, und wird nicht beschrieben. Auf diese Weise ist, während bei dem System im Stand

der Technik zu oder nach dem Zeitpunkt  $t_2$  damit begonnen wird, der Erwärmungsvorrichtung 1 Strom zuzuführen, das zweite Steuerverfahren gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung derart, daß zum Zeitpunkt  $t_1$  damit begonnen wird, der Erwärmungsvorrichtung 1 Strom zuzuführen, und dies ermöglicht es, den Luft/Kraftstoffverhältnissensor schnell zu aktivieren. Ebenso kann ungeachtet der Tatsache, daß die Zeit, die zur Aktivierung des Luft/Kraftstoffverhältnissensors benötigt wird, länger als die Zeit ist, die in dem Fall benötigt wird, die durch die Kurve  $V_a$  dargestellt ist, der kleinere Abfall der Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 zu dem Zeitpunkt  $t_1$ , zu dem das Anlassen beginnt, die Startfähigkeit der Brennkraftmaschine sicherstellen.

Zusätzlich zu dem ersten Steuerverfahren oder dem zweiten Steuerverfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung, die vorhergehend beschrieben worden sind, kann der Schalter SW1 derart gesteuert werden, daß er sich lediglich schließt, wenn das Anlassen stabil ist, um die Verschlechterung der Brennkraftmaschinenstartfähigkeit zu verhindern. Eine Entscheidung bezüglich dessen, ob das Anlassen stabil ist, kann durch Erfassen der Brennkraftmaschinendrehzahl, der Änderung der Brennkraftmaschinendrehzahl, des Abfalls einer Spannung über der Batterie, der Brennkraftmaschinenwassertemperatur, usw. und durch Überprüfen, ob sich diese Werte innerhalb eines bestimmten Bereichs befinden, durchgeführt werden.

Nun wird die Kurve  $V_b$  unter Bezugnahme auf Fig. 5C erklärt. Das dritte Steuerverfahren, das in Fig. 5C gezeigt ist, zu dem zweiten Steuerverfahren gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ähnlich, stellt aber einen Fall dar, in welchem das Anlassen der Brennkraftmaschine aufgrund des Abbaus der Batterie verlängert wird. Die Kurve  $V_b$ , die in Fig. 5C gezeigt ist, stellt ähnlich der Kurve  $V_b$ , die in Fig. 5B gezeigt ist, die zeitliche Änderung der Spannung dar, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, der kein Strom zugeführt wird, während der Zündschalter IGSW eingeschaltet bleibt, der aber von dem Zeitpunkt an Strom zugeführt wird, zu dem der Zündschalter IGSW zu dem Anlasser geschaltet ist. In dem dritten Steuerverfahren wird der Schalter SW1 in dem Fall, in dem die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 versagt, vor dem Zeitpunkt  $t_2$  in Fig. 5B einen vorbestimmten Wert zu erreichen, nachdem das Anlassen zum Zeitpunkt  $t_1$  beginnt, und in dem Fall geöffnet, in dem das Luft/Kraftstoffverhältnissensorelement eine Aktivierungstemperatur  $T_{th}$  von zum Beispiel  $650^\circ\text{C}$  erreicht, die seinen aktiven Zustand anzeigt, und das Luft/Kraftstoffverhältnis ( $A/F$ ) wird zum Zeitpunkt  $t_{14}$  meßbar. Nachfolgend wird, um den aktiven Zustand des Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements aufrechtzuerhalten, das Steuern der Erwärmungsvorrichtungstemperatur ausgesetzt, das heißt, es wird durch Betätigen des Schalters SW1 auf der Grundlage der Energieabbildung, die in Übereinstimmung mit den Brennkraftmaschinenbetriebszuständen vorbereitet ist, gestoppt, daß die Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie versorgt wird. Der Schalter SW1 wird erneut zu oder nach einem Zeitpunkt  $t_{15}$  geschlossen, zu dem die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1, die aus dem Widerstandswert von ihr berechnet wird, auf oder unter den vorbestimmten Pegel von  $650^\circ\text{C}$  abfällt, und daher wird die Erwärmungsvorrichtungstemperatur gesteuert. Dieses Verfahren wird wiederholt. Das dritte Steuerverfahren kann verhindern, daß die Batterie 2 durch die Temperaturerhöhung der Erwärmungsvorrichtung 1 übermäßig verbraucht wird.

Bei dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es ebenso möglich, die Spannung  $V_{HT}$  zu erfassen, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, wenn der Schalter SW2 offen ist, und einen Ausfall der Kondensatorschaltung 3 aus der erfaßten Spannung zu bestimmen. Ein Ausfall der

Kondensatorschaltung 3 kann zum Beispiel durch Einschalten einer Anzeigelampe angezeigt werden.

Das System gemäß diesem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann weiterhin einen dritten Schalter SW3 aufweisen, welcher zum Zuführen oder Abschalten des Ladestroms oder des Entladestroms der Kondensatorschaltung 3, nachdem ein Ausfall der Kondensatorschaltung 3 erfaßt worden ist, in Reihe zu der Kondensatorschaltung 3 geschaltet wird. Wenn ein Ausfall erfaßt wird, wird der Schalter SW1 derart gesteuert, daß er sich an dem Ende des Anlassens der Brennkraftmaschine schließt, während gleichzeitig der Schalter SW3 derart gesteuert wird, daß er zu seinem normalerweise offenen Zustand geschaltet wird, um dadurch die Zuverlässigkeit des Systems sicherzustellen.

Wie es vorhergehend beschrieben worden ist, weist das Erwärmungsvorrichtungssystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Kondensatorschaltung auf, die zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine von der Batterie und dem Wechselspannungsgenerator isoliert ist, und, während die Brennkraftmaschine läuft, zu der Batterie und dem Wechselspannungsgenerator parallel geschaltet ist, wobei zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine die Erwärmungsvorrichtung von der Kondensatorschaltung mit Energie versorgt wird, die auf die maximale Ausgangsspannung des Wechselspannungsgenerators geladen ist, die höher als die Batteriespannung ist. Als Ergebnis wird eine frühere Aktivierung des Luft/Kraftstoffverhältnissensors zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine verwirklicht, während gleichzeitig die Verschlechterung des Abgasausstoßes zu einem frühen Zeitpunkt unterdrückt wird. Ebenso wird die Kondensatorschaltung von der Batterie und dem Wechselspannungsgenerator isoliert, wird der Anlasser unter Verwendung der Energie der Batterie aktiviert, wenn die Brennkraftmaschine startet, und wird die Erwärmungsvorrichtungstemperatur unter Verwendung der Kondensatorschaltung, aber nicht der Batterie, erhöht. Deshalb kann die Brennkraftmaschinenstartfähigkeit sichergestellt werden, während gleichzeitig der Luft/Kraftstoffverhältnissensor schnell aktiviert wird, ohne die Batteriespannung zu verringern.

Der zweite Aspekt der vorliegenden Erfindung wird nachstehend im Detail beschrieben.

Fig. 6 zeigt eine Darstellung eines Aufbaus eines ersten Ausführungsbeispiels des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung. Fig. 7A zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Spannung, die von dem ersten Steuerverfahren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, und Fig. 7B zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Spannung, die von dem zweiten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird. Gemäß dem ersten Steuerverfahren wird die Erwärmungsvorrichtung von dem Zeitpunkt an mit Energie versorgt, zu dem der Zündschalter IGSW zu der Anlasserstellung geschaltet wird. Bei dem zweiten Steuerverfahren wird andererseits damit begonnen, daß der Erwärmungsvorrichtung Strom zugeführt wird, wenn die Spannung über der Batterie einen Pegel erreicht, der das Anlassen der Brennkraftmaschine nicht beeinträchtigt, nachdem der Zündschalter IGSW zu der Anlasserstellung geschaltet worden ist.

In Fig. 6 ist die Steuereinrichtung 5, obgleich sie in einer vereinfachten Form gezeigt ist, in ihren Details zu der entsprechenden ähnlich, die in Fig. 4 gezeigt ist. Der Aufbau des ersten Ausführungsbeispiels gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird im Vergleich mit dem Aufbau des Ausführungsbeispiels des ersten Aspekts der vorlie-

genden Erfindung erklärt, der in Fig. 4 gezeigt ist. Wie es aus diesen Darstellungen ersichtlich ist, liegt der Unterschied im Aufbau zwischen dem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts und dem ersten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung darin, daß der zweite Schalter SW2, der dritte Schalter SW3 und die Kondensatorschaltung 3 in dem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung entfernt sind und durch die Kondensatorschaltung 8 und das Lade/Entlade-Schalt-  
netz 9 ersetzt sind, und darin, daß die Steuereinrichtung 5 ein unterschiedliches Steuerverfahren aufweist. Die verbleibenden Abschnitte des Aufbaus sind im wesentlichen zu denjenigen des Systems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel identisch.

Die Kondensatorschaltung 8 des ersten Ausführungsbeispiels gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung, die in Fig. 6 gezeigt ist, beinhaltet einen Kondensator. Die Kondensatorschaltung 8 ist darin zu der Kondensatorschaltung 3 des Ausführungsbeispiels gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung unterschiedlich, daß die Kondensatorschaltung 8 auf eine niedrigere Spannung als die Kondensatorschaltung 3 des Ausführungsbeispiels gemäß dem ersten Aspekt geladen wird, während die Brennkraftmaschine läuft, nachdem sie gestartet worden ist. Genauer gesagt wird die Kondensatorschaltung 8 auf die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20, geteilt durch die Widerstände  $r_1$ ,  $r_2$ , das heißt, auf eine Spannung  $r_2 V_{ALT} / (r_1 + r_2)$ , geladen, ist eine Zenerdiode ZD zum Schützen der Kondensatoren gegen eine Überspannung parallel geschaltet und wird der Schaltungsaufbau durch das Lade/Entlade-Schalt-  
netz 9 zu dem Zeitpunkt eines Ladens oder Entladens umgeschaltet. Zu dem Zeitpunkt eines Ladens erregt das Lade/Entlade-Schalt-  
netz 9 alle Relais  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$ , nicht gezeigt, schließt die (normalerweise offenen) Kontaktpunkte a1 bis a3 der entsprechenden Relaiskontakte  $RC_1$ ,  $RC_2$  und  $RC_3$  und öffnet die (normalerweise geschlossenen) Kontaktpunkte b1 bis b3. Zu dem Zeitpunkt eines Entladens werden andererseits die Relais  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  alle abgeregelt, um die Kontaktpunkte a1 bis a3 der entsprechenden Relaiskontakte  $RC_1$ ,  $RC_2$  und  $RC_3$  zu öffnen, während die Kontaktpunkte b1 bis b3 geschlossen werden.

Nun wird das Steuern der Stromsteuerschaltung 13 unter Bezugnahme auf die Fig. 7A und 7B erklärt.

In den Fig. 7A und 7B stellt die Abzisse die Zeit und die Ordinate die Spannung dar, die an die Erwärmungsvorrichtung angelegt ist. Eine Kurve  $V_c$  stellt die zeitliche Änderung der Spannung  $V_{HT}$  dar, die durch das erste Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, und eine Kurve  $V_d$  stellt die zeitliche Änderung der Spannung  $V_{HT}$  dar, die durch das zweite Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird. Zuerst wird die Kurve  $V_c$  unter Bezugnahme auf Fig. 7A erklärt. Zu einem Zeitpunkt  $t_0$ , zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, wird die Spannung  $r_2 V_B / (r_1 + r_2)$ , die durch Teilen der Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 durch die Widerstände  $r_1$ ,  $r_2$  erzielt wird, an die Kondensatorschaltung 8 angelegt, während die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird. Bezüglich diesem Zeitpunkt wird jedoch der Erwärmungsvorrichtung 1 kein Strom zugeführt und deshalb wird die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, auf der Spannung  $V_B$  gehalten, die dem Zeitpunkt  $t_0$  zugehörig ist. Wenn die Brennkraftmaschine startet, das heißt, wenn der Zündschalter IGSW zu einem Zeitpunkt  $t_1$  zu einer Stellung ST geschaltet wird, startet die ECU ein Ansteuern des Anlassers, nicht gezeigt. Zu diesem Zeitpunkt  $t_1$  werden die Relais  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  abgeregelt und wird das Lade/Entlade-Schalt-  
netz 9 von der

Lade- zu der Entladebetriebsart geschaltet. Dann wird zu dem Zeitpunkt  $t_1$  die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 plus der Ladespannung der Kondensatorschaltung 8 an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt. Hinsichtlich der Tatsache, daß die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20 an die Kondensatorschaltung 8 angelegt wird, während die Brennkraftmaschine läuft, wird die Ladespannung der Kondensatorschaltung 8, die gleich der Spannung  $V_{ALT}$  geteilt durch die Widerstände  $r_1$ ,  $r_2$ , das heißt, einer Spannung  $r_2 V_{ALT}/(r_1 + r_2)$ , ist, an die Kondensatoren angelegt und auch dann gehalten, nachdem die Brennkraftmaschine gestoppt hat.

Da zu dem Zeitpunkt  $t_1$  damit begonnen wird, den Anlasser anzusteuern, verursacht jedoch der Aktivierungsstrom des Anlassers, daß die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 deutlich abfällt, wie es durch eine gestrichelte Linie in Fig. 7A gezeigt ist. Nach der Aktivierung des Anlassers wird jedoch wenig Strom in dem Anlasser aufgenommen. Es wird bewirkt, daß der Wechselspannungsgenerator 20 (nicht gezeigt) Energie erzeugt und beginnt, die Batterie 2 durch die Drehung des Anlassers, wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird, und durch die Drehung der Brennkraftmaschine, nachdem die Brennkraftmaschine gestartet ist, zu laden. Folglich erhöht sich die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 stetig zu und nach dem Zeitpunkt  $t_1$  und erreicht nach einem Überschreiten der vorbestimmten Spannung  $V_{HT}$ , die das Anlassen der Brennkraftmaschine nicht beeinträchtigt, zu einem Zeitpunkt  $t_2$  bald die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20 zu einem Zeitpunkt  $t_3$ . Die Spannung  $V_{TH}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, die durch die durchgezogene Linie  $V_C$  in Fig. 7A gezeigt ist, nimmt andererseits zu dem Zeitpunkt  $t_1$   $V_B + r_2 V_{ALT}/(r_1 + r_2)$  an. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_1$  verringert sich jedoch allmählich die in der Kondensatorschaltung 8 geladene Elektrizität aufgrund des Energieverbrauchs durch die Erwärmungsvorrichtung 1 und bald danach fällt die angelegte Spannung  $V_{HT}$  allmählich ab, bis die Relais  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  zu dem Zeitpunkt  $t_3$  erregt werden, zu dem die in der Kondensatorschaltung 8 geladene Elektrizität durch den Energieverbrauch in der Erwärmungsvorrichtung 1 entladen wird. Zu dem Zeitpunkt  $t_3$ , zu dem sich die Spannung  $V_{HT}$  zu der maximalen Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20 bald nach dem Zeitpunkt  $t_1$  verringert, werden die Relais  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  erregt, so daß das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 von der Entlade- zu der Ladebetriebsart geschaltet wird, während gleichzeitig die Erwärmungsvorrichtung 1 von der Batterie 2 und dem Wechselspannungsgenerator 20 mit Energie versorgt wird. Wie es vorhergehend beschrieben worden ist, wird im Stand der Technik die Erwärmungsvorrichtung 1 an der Spannung der Batterie 2 an oder nach dem Zeitpunkt  $t_2$  mit Energie versorgt. Bei dem ersten Steuerverfahren gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung wird andererseits damit begonnen, die Erwärmungsvorrichtung 1 zu dem Zeitpunkt  $t_1$  mit Energie zu versorgen, und an die Erwärmungsvorrichtung 1 wird eine hohe Spannung angelegt, die die Summe der Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 und der Spannung  $r_2 V_{ALT}/(r_1 + r_2)$  bildet, die an der Kondensatorschaltung 8 geladen ist. Der Luft/Kraftstoffverhältnissensor kann daher zu einem frühen Zeitpunkt aktiviert werden.

Zu dem Zeitpunkt  $t_1$ , zu dem damit begonnen wird, die Erwärmungsvorrichtung 1 zu erwärmen, wird das Luft/Kraftstoffverhältnissensorelement aktiviert und erhöht sich die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung und des Sensorelements, bis das Sensorelement eine Aktivierungstemperatur  $T_{th}$  von zum Beispiel  $650^\circ\text{C}$  erreicht, die den aktiven Zustand des Sensorelements anzeigt, was es ermöglicht, das

Luft/Kraftstoffverhältnis (A/F) zu messen. Zu und nach einem Zeitpunkt  $t_4$  wird die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 auf eine derartige Weise gesteuert, daß der aktive Zustand des Sensorelements aufrechterhalten wird. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird ein Verfahren verwendet, bei welchem die Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung erwärmt wird, auf der Grundlage einer Energieabbildung gesteuert wird, die in Übereinstimmung mit den Brennkraftmaschinenbetriebszuständen vorbereitet ist. Alternativ kann ein Verfahren verwendet werden, bei welchem der Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung gemessen und zu einem konstanten Wert gesteuert wird oder bei welchem der Widerstandswert des Sensorelements gemessen und zu einem konstanten Wert gesteuert wird. Das Verfahren zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung versorgt wird, zum Halten des Luft/Kraftstoffverhältnissensors in einem aktiven Zustand gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung ist zu dem gemäß dem Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung identisch und wird deshalb nicht weiter beschrieben.

Nun wird die Kurve  $V_d$  unter Bezugnahme auf Fig. 7B erklärt. Zu dem Zeitpunkt  $t_0$ , zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, wird eine Spannung  $r_2 V_B/(r_1 + r_2)$ , die durch Teilen der Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 durch die Widerstände  $r_1$ ,  $r_2$  erzielt wird, an die Kondensatorschaltung 8 angelegt. Bezüglich diesem Zeitpunkt wird der Erwärmungsvorrichtung 1 noch kein Strom zugeführt und deshalb hält die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, die gleiche Spannung wie die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2. Zu dem Zeitpunkt  $t_1$ , zu dem die Brennkraftmaschine startet, das heißt, zu dem der Zündschalter IGSW zu der Stellung ST geschaltet wird, wird damit begonnen, daß die ECU den Anlasser, nicht gezeigt, ansteuert, und deshalb fällt die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 aufgrund des Aktivierungsstroms des Anlassers 2 deutlich ab. Wenn der Anlasser einmal aktiviert ist, wird jedoch der Strom, der in dem Anlasser aufgenommen wird, verringert, so daß der Wechselspannungsgenerator 20 (nicht gezeigt) Energie erzeugt und beginnt, die Batterie 2 durch die Drehung des Anlassers, wenn die Brennkraftmaschine startet, und durch die Drehung der Brennkraftmaschine, nachdem die Brennkraftmaschine gestartet ist, zu laden. Als Ergebnis beginnt sich die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 zu dem Zeitpunkt  $t_1$  allmählich zu erhöhen und erreicht nach einem Überschreiten der vorbestimmten Spannung  $V_{TH}$ , die das Anlassen der Brennkraftmaschine nicht beeinträchtigt, zu einem Zeitpunkt  $t_2$  die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20.

Es wird angenommen, daß zu diesem Zeitpunkt  $t_3$  die Relais  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  abgeregt sind und das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 von der Lade- zu der Entladebetriebsart geschaltet wird. Dann wird die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 plus der Spannung  $r_2 V_{ALT}/(r_1 + r_2)$ , die an der Kondensatorschaltung 8 geladen ist, an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt, während die Brennkraftmaschine läuft. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_3$  wird die Spannung, die an der Kondensatorschaltung 8 geladen ist, aufgrund des Energieverbrauchs durch die Erwärmungsvorrichtung 1 entladen und fällt die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, allmählich ab. Die Spannung  $V_{HT}$  fällt daher zu dem Zeitpunkt  $t_3$  auf die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20 ab, wenn die Relais  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  erregt werden, um das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 von der Entlade- zu der Ladebetriebsart umzuschalten, während gleichzeitig die Erwärmungsvorrichtung 1 von der Batterie 2 und dem Wechselspannungsgenerator 20 mit Energie versorgt wird. Auf diese Weise ist anders als im



Stand der Technik, bei welchem zu und nach dem Zeitpunkt  $t_2$  damit begonnen wird, die Erwärmungsvorrichtung 1 an der Spannung über der Batterie 2 mit Energie zu versorgen, das zweite Steuerverfahren gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung derart, daß, obgleich zu dem Zeitpunkt  $t_3$  damit begonnen wird, die Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie zu versorgen, eine Spannung an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, die gleich der Summe von  $r_2 V_{ALT}/(r_1 + r_2)$ , die an der Kondensatorschaltung 8 geladen ist, und der Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 ist, wodurch eine frühere Aktivierung des Luft/Kraftstoffverhältnissensors ermöglicht ist. Zu und nach einem Zeitpunkt  $t_3$ , der in Fig. 7B gezeigt ist, ist der Vorgang zu dem identisch, der in Fig. 7A gezeigt ist, und wird nicht erneut beschrieben.

Ebenso wird gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung die Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, zu jedem Zeitpunkt erfaßt, zu dem das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 betätigt wird, um die Kondensatorschaltung 8 zu der Lade- oder Entladebetriebsart zu schalten, und die sich ergebende Spannungsdifferenz wird verwendet, um zu entscheiden, daß die Kondensatorschaltung 8 in dem Fall fehlerhaft ist, in dem die Spannung bei dem Beginnen eines Ladens versagt, sich während des Ladens um einen Wert über die Spannung zu erhöhen, der äquivalent der Spannung ist, die an der Kondensatorschaltung 8 geladen ist. In einem derartigen Fall leuchtet zum Beispiel eine Anzeigelampe auf, um einen Ausfall der Kondensatorschaltung 8 anzuzeigen.

Weiterhin wird in dem Fall, in dem es entschieden wird, daß die Kondensatorschaltung 8 fehlerhaft ist, der Schalter SW1 derart gesteuert, daß er sich an dem Ende eines Anlассens der Brennkraftmaschine schließt, und mindestens einer der Anschlüsse der Kondensatorschaltung 8, der mit dem Lade/Entlade-Schaltnetz 9 verbunden ist, wird zu einem normalerweise offenen Zustand gesteuert, um dadurch die Systemzuverlässigkeit zu verbessern. Für mindestens einen der Anschlüsse der Kondensatorschaltung 8, der zu dem normalerweise offenen Zustand zu schalten ist, wird ein Kontakt  $RC_n$  eines neuen Relais  $R_n$  (nicht gezeigt) zwischen dem Anschluß der positiven Elektrode der Kondensatorschaltung 8 und einem gemeinsamen Anschluß c1 des Kontakts  $RC_1$  des Relais  $R_1$  eingefügt. Dieser Kontakt  $RC_n$  wird in einen normalerweise geschlossenen Zustand versetzt und wird geöffnet, wenn ein Ausfall der Kondensatorschaltung 8 erfaßt wird. Nun wird unter Bezugnahme auf die Kondensatorschaltung 8 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung, das in Fig. 6 gezeigt ist, eine Erklärung bezüglich eines zweiten Ausführungsbeispiels (Fig. 8), bei welchem ein einziger Kondensator durch eine Mehrzahl von Kondensatoren ersetzt ist, die in Reihe oder parallel geschaltet sind, eines dritten Ausführungsbeispiels (Fig. 9), bei welchem ein einziger Kondensator durch eine Mehrzahl von Kondensatoren ersetzt ist, die in Reihe geschaltet sind, und eines vierten Ausführungsbeispiels (Fig. 10) durchgeführt, bei welchem ein einziger Kondensator durch eine Mehrzahl von Kondensatoren ersetzt ist, die in der Lage sind, das Entladespannungsmuster zwischen einer Mehrzahl von Betriebsarten umzuschalten. In diesen zweiten bis vierten Ausführungsbeispielen ist der Aufbau mit Ausnahme für die Kondensatorschaltung 8 und das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 im wesentlichen zu dem des ersten Ausführungsbeispiels identisch, das in Fig. 6 gezeigt ist, und wird deshalb nicht erneut beschrieben.

Fig. 8 zeigt eine Darstellung einen Aufbaus des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung. Die Kondensatorschaltung 8, die in Fig. 8 gezeigt ist, beinhaltet vier Kondensatoren  $C_1$  der gleichen Kapazität, wobei zwei von ihnen in Reihe und parallel

geschaltet sind. Das Lade/Entladeschaltnetz 9 beinhaltet Kontakte  $RC_1$ ,  $RC_2$ ,  $RC_3$  der Relais  $R_1$ ,  $R_2$  bzw.  $R_3$  (nicht gezeigt), eine Zenerdiode ZD zum Schützen der Kondensatoren  $C_1$  gegen eine Überspannung zu dem Zeitpunkt eines Ladens, eine Überbrückungsdiode D zum Zuführen eines Stroms von der Batterie 2 zu der Erwärmungsvorrichtung 1, wenn die Spannung der positiven Elektrode der Kondensatoren  $C_1$  zu dem Zeitpunkt eines Entladens in die Nähe der Spannung der negativen Elektrode von ihnen abfällt, und Spannungsteilerwiderstände  $r_1$ ,  $r_2$  zum Einstellen einer Ladespannung für die Kondensatorschaltung 8. Die Überbrückungsdiode D ist zum Versorgen der Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie nützlich, wenn ein Ausfall der Kondensatorschaltung 8 auftritt. Die ECU erregt alle Relais  $R_1$  bis  $R_3$  und schließt die Kontaktpunkte a1 bis a3 aller Relaiskontakte  $RC_1$  bis  $RC_3$  der Relais  $R_1$  bis  $R_3$  zu dem Zeitpunkt eines Ladens der Kondensatoren  $C_1$ .

Andererseits werden zu dem Zeitpunkt eines Entladens der Kondensatoren  $C_1$  alle Relais  $R_1$  bis  $R_3$  abgereggt, um dadurch die Kontaktpunkte a1 bis a3 aller Relaiskontakte  $RC_1$  bis  $RC_3$  der Relais  $R_1$  bis  $R_3$  zu schließen. Der Innenwiderstand der Kondensatorschaltung 8 ist insgesamt unter der Annahme als  $r_1$  gegeben, daß der Widerstandswert des Innenwiderstands jedes Kondensators  $C_1$   $r_1$  beträgt. Der Innenwiderstand ist deshalb kleiner, als wenn eine Mehrzahl von Kondensatoren  $C_1$  in Reihe geschaltet sind. Es wird angenommen, daß vier Kondensatoren  $C_1$  in Reihe geschaltet sind, die alle einen Innenwiderstand  $r_1$  aufweisen. Der Innenwiderstand der Kondensatorschaltung 8 insgesamt beträgt  $4r_1$ , welcher viermal so groß wie der Innenwiderstand  $r_1$  der Kondensatorschaltung 8 ist, die die parallel geschalteten Kondensatoren beinhaltet, die in Fig. 8 gezeigt sind. Als Ergebnis kann mit der Kondensatorschaltung 8, die eine Mehrzahl von Kondensatoren aufweist, der Dämpfungsgradient der Spannung, die zu dem Zeitpunkt eines Entladens an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, bei einer Parallelschaltung schwächer als bei einer Reihenschaltung sein. Die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, wenn diese Kondensatorschaltung verwendet wird, folgt treu der Kurve  $V_d$ , die durch eine durchgezogene Linie in Fig. 7B dargestellt ist, von dem Zeitpunkt  $t_0$  bis  $t_3$ . Zu dem Zeitpunkt  $t_3$  wird jedoch eine Spannung, die durch die Gleichung

$$V_B + r_2 \times V_{ALT}/(r_1 + r_2)$$

berechnet wird, an die Erwärmungsvorrichtung angelegt. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_3$  ändert sich die angelegte Spannung  $V_{HT}$  in Übereinstimmung mit der Kurve  $V_d$ , die durch die einfach strichpunktierte Linie dargestellt ist, und wird schließlich an der maximalen Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20 gehalten.

Fig. 9 zeigt eine Darstellung eines Aufbaus eines dritten Ausführungsbeispiels gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung. Die Kondensatorschaltung 8, die in Fig. 9 gezeigt ist, beinhaltet sechs Kondensatoren  $C_1$  der gleichen Kapazität, die in Reihe geschaltet sind. Das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 beinhaltet Kontakte  $RC_1$ ,  $RC_2$  der Relais  $R_1$  bzw.  $R_2$ , nicht gezeigt, eine Zenerdiode ZD zum Schützen der Kondensatoren  $C_1$  gegen eine Überspannung zu dem Zeitpunkt eines Ladens, eine Überbrückungsdiode D zum Zuführen von Strom von der Batterie 2 zu der Erwärmungsvorrichtung 1, wenn die Spannung der positiven Elektrode der Kondensatoren  $C_1$  zu dem Zeitpunkt eines Entladens in die Nähe der Spannung der negativen Elektrode von ihnen abfällt, und einen Widerstand  $r_0$ , der zwischen dem Kontaktpunkt a2 des Kontakts  $RC_2$  und dem Masseanschluß der Batterie 2 und dem Schalter SW1 für die

Erwärmungsvorrichtung 1 angeschlossen ist. Die ECU erregt beide Relais  $R_1$  und  $R_2$  und schließt die Kontaktpunkte a1 und a2 der zwei Relaiskontakte  $RC_1$ ,  $RC_2$  zu dem Zeitpunkt eines Ladens der Kondensatoren  $C_1$ , während sie zu dem Zeitpunkt eines Entladens der Kondensatoren  $C_1$  beide Relais  $R_1$ ,  $R_2$  abregt und die Kontaktpunkte b1 und b2 der zwei Relaiskontakte  $RC_1$ ,  $RC_2$  schließt. Der Innenwiderstand der Kondensatorschaltung 8 insgesamt ist unter der Annahme, daß der Innenwiderstand jedes Kondensators  $C_1$   $r_1$  beträgt, als  $6r_1$  gegeben. Verglichen mit den Reihen- und Parallelschaltungen der Kondensatoren  $C_1$ , die in Fig. 8 gezeigt sind, wird der Gradient einer Dämpfung der Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, zu dem Zeitpunkt eines Entladens deutlicher. Nichtsdestoweniger ist es möglich, die Spannungsteilerwiderstände  $r_1$ ,  $r_2$  zum Einstellen einer Ladespannung für die Kondensatorschaltung 8 zu beseitigen.

Die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, wenn diese Kondensatorschaltung 8 verwendet wird, folgt genau der Kurve  $V_d$ , die durch die durchgezogene Linie in Fig. 7B gezeigt ist, von dem Zeitpunkt  $t_0$  bis  $t_3$ . Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_3$  ändert sich jedoch die Kurve  $V_d$ , obgleich sie bei dem Vorhandensein der Überbrückungsdiode D mit der Kurve  $V_d$  übereinstimmt, bei dem Nichtvorhandensein der Überbrückungsdiode D, um einer Kurve  $V_d$  zu folgen, die durch eine zweifach strichpunktiierte Linie dargestellt ist. Ebenso unterdrückt der Widerstand  $r_0$  das Wiederholen eines Ladens und Entladens der Kondensatoren gegenüber Änderungen der Quellenspannung aufgrund der Batterie 2 und des Wechselspannungsgenerators 20. Gleichzeitig ist der Widerstand  $r_0$  in der Lage, jede Spannung zu absorbieren, welche an die Kondensatoren angelegt werden könnte und welche höher als die Zenerspannung der Zenerdiode ZD ist, zum Schützen der Kondensatoren gegen eine Überspannung.

Fig. 10 zeigt eine Darstellung eines Aufbaus eines vierten Ausführungsbeispiels gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung. Das vierte Ausführungsbeispiel gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung, das in Fig. 10 gezeigt ist, ist zu der Kondensatorschaltung 8 und dem Lade/Entlade-Schaltnetz 9 in dem dritten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts, das in Fig. 9 gezeigt ist, darin unterschiedlich, daß jeweils drei von sechs Kondensatoren  $C_1$  der gleichen Kapazität in Reihe geschaltet sind, um eine Kondensatorgruppe auszubilden, daß diese Kondensatorgruppen durch die Kontakte  $RC_3$ ,  $RC_4$  der Relais  $R_3$  bzw.  $R_4$  miteinander verbunden sind und daß die Steuereinrichtung 5 zum Steuern unterschiedlich betrieben wird. Deshalb werden lediglich diese Punkte nachstehend beschrieben. Wenn die Relais  $R_1$ ,  $R_4$  erregt werden, schließen sich die Kontaktpunkte a3 und a4 der Relaiskontakte  $RC_3$ ,  $RC_4$ , so daß die zwei Kondensatorgruppen zueinander in Reihe geschaltet sind, während, wenn die Relais  $R_3$ ,  $R_4$  abgeregt sind, die Kontaktpunkte b3 und b4 der Relaiskontakte  $RC_3$ ,  $RC_4$  geschlossen sind, so daß die zwei Kondensatorgruppen zueinander parallel geschaltet sind.

Es wird eine Erklärung der Funktionsweise der Kondensatorschaltung 8 und des Lade/Entlade-Schaltnetzes 9 gegeben, die in Fig. 10 gezeigt sind. Nachdem die Brennkraftmaschine gestartet hat, befindet sich der Zündschalter IGSW in einem eingeschalteten Zustand, und deshalb sind alle Relais  $R_1$  bis  $R_4$  erregt und sind die Kontaktpunkte a1 bis a4 der Relaiskontakte  $RC_1$  bis  $RC_4$  geschlossen. Die sechs Kondensatoren  $C_1$  sind deshalb zueinander in Reihe geschaltet und werden durch die Spannung geladen, die von dem Wechselspannungsgenerator 20 erzeugt wird. Bei dem Verfahren schützt die Zenerdiode ZD die Kondensatoren  $C_1$  gegen eine Überspannung und stellt der Widerstand  $r_0$  die Zeit-

konstante des Lade- und Entladevorgangs der Kondensatoren  $C_1$  ein und absorbiert eine Spannung, wenn es irgendeine gibt, die höher als die Zenerspannung ist, welche an die Kondensatoren angelegt werden kann. Wenn die Brennkraftmaschine andererseits feststehend ist, befindet sich der Zündschalter IGSW in einem ausgeschalteten Zustand, so daß die Relais  $R_1$  bis  $R_4$  abgeregt sind, um dadurch die Entladung der Kondensatoren  $C_1$  zu unterdrücken. In dem vierten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung sind die Relais  $R_1$  bis  $R_4$  von dem Zeitpunkt  $t_1$  an abgeregt, zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird und zum Zeitpunkt  $t_2$  zu der Anlasserstellung geschaltet wird, wenn die Brennkraftmaschine die Anladdrehzahl erreicht. Während dieser Zeitdauer sind die zwei Kondensatorgruppen zueinander parallel geschaltet, so daß die Ladespannung der Kondensatoren zu der Spannung über der Batterie 2 addiert wird, und die sich ergebende Spannung wird an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt, um dadurch den Luft/Kraftstoffverhältnissensor schnell zu erwärmen. Nun wird die zeitliche Änderung der Spannung, die von dem Zeitpunkt an, zu dem die Brennkraftmaschine startet, zu einem Zeitpunkt, nachdem die Brennkraftmaschine gestartet ist, an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, unter Bezugnahme auf Fig. 11 erklärt.

Fig. 11 zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Spannung, die in dem vierten Ausführungsbeispiel gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, und Fig. 12 zeigt eine Darstellung, die die Relaischaltbetriebsarten zeigt. In Fig. 11 stellt die Abzisse die Zeit und die Ordinate die Spannung dar, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird. Es wird der Fall angenommen, in welchem der Zündschalter IGSW zu einem Zeitpunkt  $t_0$  eingeschaltet wird und die Anlasserstellung zum Zeitpunkt  $t_1$  zum Durchführen des Anlassens der Brennkraftmaschine eingestellt wird, und in welchem die Relais  $R_3$  und  $R_4$  zu einem Zeitpunkt  $t_2$ , zu dem die Brennkraftmaschine eine vorbestimmte Drehzahl erreicht, zu einer der Betriebsarten 1 bis 4 geschaltet werden. In der Wellenform der Spannung, die in einem derartigen Fall an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, ist die Betriebsart 1 durch eine einfach strichpunktiierte Linie  $V_e$  dargestellt, ist die Betriebsart 4 durch eine zweifach strichpunktiierte Linie  $V_f$  dargestellt und sind die Betriebsarten 2 und 3 durch eine durchgezogene Linie  $V_g$  dargestellt. Ebenso ist ein Beispiel eines Versorgens der Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie direkt von der Batterie 2 ohne Verwendung irgendeiner herkömmlichen Kondensatorschaltung durch eine gestrichelte Kurve  $V_h$  gezeigt. Auf diese Weise wird ein Entladespannungsmuster erzielt, daß jeder Betriebsart entspricht.

Fig. 13A zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Spannung, die in dem fünften Ausführungsbeispiel gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, und Fig. 13B zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Temperatur des Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements. Das fünfte Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts ist in dem Steuerverfahren der Steuereinrichtung 5 zu dem vierten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts, das in Fig. 10 gezeigt ist, unterschiedlich. Deshalb wird lediglich dieser Punkt nachstehend erklärt. Zu einem Zeitpunkt  $t_0$ , zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, werden die Relais  $R_3$ ,  $R_4$  zu der Betriebsart 2 geschaltet, die in der Tabelle in Fig. 10 gezeigt ist, und wird die Elektrizität, die in der Kondensatorgruppe geladen ist, die die Kondensatoren  $C_1$  beinhaltet, der Erwärmungsvorrichtung 1 zugeführt. Der Zündschalter IGSW wird zu einem Zeitpunkt  $t_1$  auf die Anlasserstellung eingestellt, um ein Anlassen zu starten. Bis zu einem Zeitpunkt  $t_2$ , zu dem die Brennkraftmaschine eine vorbestimmte Drehzahl erreicht, wird der er-

ste Schalter SW1 offen gehalten, während ein Erregen der Erwärmungsvorrichtung 1 durch die in der Betriebsart 2 gehaltenen Relais ausgesetzt wird. Zu dem Zeitpunkt  $t_2$  werden die Relais  $R_3$ ,  $R_4$  zu der Betriebsart 3 geschaltet, wie sie in der Tabelle in Fig. 12 gezeigt ist.

Die Wellenform der Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, die dem zuvor erwähnten Steuervorgang zugehörig ist, ist durch eine durchgezogene Linie  $V_g$  in dem Zeitablaufdiagramm in Fig. 13A gezeigt, in welchem Kurven  $V_e$ ,  $V_h$  in Fig. 11 ebenso überlagert aufgetragen sind. Betriebsarten 2 und 3, zu welchen die Relais geschaltet werden, können in der Reihenfolge umgekehrt werden. In Fig. 13B ist die Temperaturänderung des Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements unter dem zuvor erwähnten Steuern in dem fünften Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts durch eine durchgezogene Kurve  $T_g$  gezeigt. Ebenso stellt eine einfach strichpunktierte Kurve  $T_e$  die Temperaturänderung des Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements in dem Fall dar, in dem die Relais zum Zeitpunkt  $t_2$  in dem vierten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung auf die Betriebsart 1 eingestellt werden und stellt die gestrichelte Kurve  $T_h$  den Fall dar, in welchem die Erwärmungsvorrichtung direkt von der Batterie ohne Verwendung der herkömmlichen Kondensatorschaltung mit Energie versorgt wird. Diese Kurven sind auf das Zeitablaufdiagramm in Fig. 13B überlagert gezeigt. Es ist aus Fig. 13B zu sehen, daß, verglichen mit dem Stand der Technik, das Luft/Kraftstoffverhältnissensorelement in der Betriebsart 1 des vierten Ausführungsbeispiels schnell aktiviert werden kann und daß das Luft/Kraftstoffverhältnissensorelement in dem fünften Ausführungsbeispiel früher als in dem vierten Ausführungsbeispiel aktiviert werden kann.

Wie es vorhergehend beschrieben worden ist, ist bei dem Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Energieversorgung, die eine Batterie und einen Wechselspannungsgenerator beinhaltet, zu einer Kondensatorschaltung in Reihe geschaltet, die vorhergehend geladen wird, während die Brennkraftmaschine läuft, und wird die Erwärmungsvorrichtung an einer hohen Spannung, die durch Überlagern der Ladespannung der Kondensatorschaltung auf die Quellenspannung erzeugt wird, mit Energie versorgt, wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird. Folglich kann eine frühere Aktivierung des Luft/Kraftstoffverhältnissensors zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine verwirklicht werden, während die Verschlechterung des Abgasausstoßes unterdrückt wird.

Der dritte Aspekt der vorliegenden Erfindung wird nachstehend im Detail beschrieben.

Fig. 14 zeigt eine Darstellung, die einen Aufbau eines Ausführungsbeispiels des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung zeigt. Fig. 15A zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Spannung, die gemäß einem ersten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, Fig. 15B zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Spannung, die gemäß einem zweiten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, und Fig. 15C zeigt ein Zeitablaufdiagramm der Spannung, die gemäß einem dritten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird. Bei dem ersten Steuerverfahren wird zu dem Zeitpunkt, zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, damit begonnen, daß der Erwärmungsvorrichtung durch eine erste Kondensatorschaltung Strom zugeführt wird, und wird zu dem Zeitpunkt, zu dem die Spannung über der Batterie einen Pegel erreicht, der das Anlassen nicht beeinträchtigt, nachdem der Zündschalter IGSW zu der Anlasserstellung geschaltet worden ist, damit begonnen, daß Strom durch eine zweite Kondensatorschaltung zugeführt wird. Bei dem zweiten Steuerverfahren wird andererseits zu dem Zeitpunkt, zu dem der Zündschalter IGSW zu der Anlasserstellung geschaltet wird, damit begonnen, der Erwärmungsvorrichtung durch die erste Kondensatorschaltung Strom zuzuführen, und wird nachfolgend zu dem Zeitpunkt, zu dem die Spannung über der Batterie einen Pegel erreicht, der das Anlassen nicht beeinträchtigt, damit begonnen, daß ihr durch die zweite Kondensatorschaltung Strom zugeführt wird. Bei dem dritten Steuerverfahren wird ähnlich dem zweiten Steuerverfahren das Erregen der Erwärmungsvorrichtung unterdrückt, wenn die Erwärmungsvorrichtungstemperatur einen vorbestimmten Pegel überschreitet.

Die Steuereinrichtung 5, die auf vereinfachte Weise in Fig. 14 dargestellt ist, ist im Detail in Fig. 4 gezeigt. Das Ausführungsbeispiel gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung, das in Fig. 14 gezeigt ist, ist derart aufgebaut, daß die Kondensatorschaltung 8 und das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 in dem ersten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts, das in Fig. 6 gezeigt ist, zu dem Aufbau des Ausführungsbeispiels des ersten Aspekts, das in Fig. 4 gezeigt ist, hinzugefügt sind. Die Kondensatorschaltung 8 und das Lade/Entlade-Schaltnetz sind wie bei dem Aufbau in Fig. 6 zu einer Reihenschaltung, die die Erwärmungsvorrichtung 1 und die Steuereinrichtung 5 beinhaltet, parallel geschaltet. Ebenso sind alle Komponententeile, die in Fig. 14 gezeigt sind, zu den entsprechenden, die mit den gleichen Bezugszeichen bzw. den gleichen Symbolen in den Fig. 4 und 6 bezeichnet sind, identisch und weisen die gleichen Funktionen auf und werden deshalb nicht erneut beschrieben.

Nun wird der Steuervorgang der Stromsteuerschaltung 13 unter Bezugnahme auf die Fig. 15A bis 15C erklärt.

In den Fig. 15A bis 15C stellt die Abzisse die Zeit und die Ordinate die Spannung dar, die an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird; zeigt eine Kurve  $V_i$  die zeitliche Änderung der Spannung, die gemäß dem ersten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, bei welchem, sobald der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, damit begonnen wird, daß der Erwärmungsvorrichtung 1 von der Kondensatorschaltung 3 ein Strom zugeführt wird; zeigt eine Kurve  $V_j$  die zeitliche Änderung der Spannung, die gemäß dem zweiten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, bei welchem der Steuereinrichtung 1 kein Strom zugeführt wird, wenn der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, sondern damit begonnen wird, ihn zuzuführen, wenn der Zündschalter IGSW zu der Anlasserstellung geschaltet wird; und zeigt eine Kurve  $V_k$  die zeitliche Änderung der Spannung, die gemäß dem dritten Steuerverfahren ähnlich dem zweiten Steuerverfahren an die Erwärmungsvorrichtung angelegt wird, bei welchem der Schalter SW1 in Übereinstimmung mit der Aktivierung des Luft/Kraftstoffverhältnissensors in dem Fall betätigt wird, in dem die Batterie abgebaut ist.

Zuerst wird die Kurve  $V_i$  unter Bezugnahme auf Fig. 15A erklärt. Zu einem Zeitpunkt  $t_0$ , zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, wird die Spannung  $V_{ALT}$ , welche die maximale Ausgangsspannung des Wechselspannungsgenerators 20 ist, von der Kondensatorschaltung 3, die im voraus auf die gleiche Spannung  $V_{ALT}$  geladen worden ist, während die Brennkraftmaschine läuft, nachdem sie gestartet worden ist, an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt. Gleichzeitig wird damit begonnen, der Erwärmungsvorrichtung 1 Strom zuzuführen. Da der zweite Schalter SW2 offen ist, wird die Elektrizität, die in der ersten Kondensatorschaltung 3 geladen ist, zu der Erwärmungsvorrichtung 1 entladen. Die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, fällt aufgrund des Energieverbrauchs durch

die Erwärmungsvorrichtung 1 allmählich ab. In dem Fall, in dem die Brennkraftmaschine startet, das heißt, der Zündschalter IGSW zum Zeitpunkt  $t_1$  innerhalb mehrerer Sekunden eines Normalzeitpunkts  $t_0$  zur Stellung ST geschaltet wird, beginnt die ECU dann, den Anlasser, nicht gezeigt, anzusteuern. Die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 fällt daher aufgrund des Aktivierungsstroms des Anlassers deutlich ab. Wenn der Anlasser einmal betätigt ist, wird jedoch der Strom, der in dem Anlasser aufgenommen wird, verringert. Daher erzeugt der Wechselspannungsgenerator 20 Energie und beginnt damit, die Batterie 2 durch die Drehung des Anlassers zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine und durch die Drehung der Brennkraftmaschine, nachdem die Brennkraftmaschine gestartet hat, zu laden. Folglich steigt die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 zu und nach dem Zeitpunkt  $t_1$  allmählich an und erreicht, nachdem sie eine vorbestimmte Spannung  $V_{TH}$ , die das Anlassen der Brennkraftmaschine nicht beeinträchtigt, zu einem Zeitpunkt  $t_2$  überschreitet, bald die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20.

Zu diesem Zeitpunkt  $t_2$  werden die Relais  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  abgeregelt und wird das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 von der Lade- zu der Entladebetriebsart geschaltet. Dann wird eine hohe Spannung, die gleich der Summe der Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 und der Spannung  $r_2 \times V_{ALT}/(r_1 + r_2)$  ist, die im voraus an der zweiten Kondensatorschaltung 8 geladen worden ist, während die Brennkraftmaschine läuft, nachdem sie gestartet worden ist, an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_2$  wird sowohl die in der zweiten Kondensatorschaltung 8 geladene Elektrizität als auch die in der Kondensatorschaltung 3 durch die Erwärmungsvorrichtung 1 aufgrund des Energieverbrauchs durch die Erwärmungsvorrichtung 1 entladen, so daß die Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, allmählich abfällt und bald die maximale Ausgangsspannung des Wechselspannungsgenerators zu dem Zeitpunkt  $t_3$  erreicht. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_3$  werden die Relais  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  erregt und wird das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 von der Entlade- zu der Ladebetriebsart geschaltet, während gleichzeitig die Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie von der Batterie 2, dem Wechselspannungsgenerator 20 und der Kondensatorschaltung 3 versorgt wird. Danach, aber vor dem Zeitpunkt  $t_4$ , erreicht das Sensorelement eine Aktivierungstemperatur  $T_{th}$  von zum Beispiel  $650^\circ\text{C}$ , die seinen aktiven Zustand anzeigt, wodurch ein Messen des Luft/Kraftstoffverhältnisses (A/F) zugelassen wird.

Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_4$  wird die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung 1 auf eine derartige Weise gesteuert, daß das Sensorelement aktiv gehalten wird. Dieses Ausführungsbeispiel verwendet ein Verfahren zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung versorgt wird, auf der Grundlage einer Energieabbildung, die in Übereinstimmung mit den Brennkraftmaschinenbetriebszuständen vorbereitet ist. Alternativ kann ein Verfahren, bei welchem der Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung gemessen und zu einem konstanten Pegel gesteuert wird, oder ein Verfahren verwendet werden, bei welchem der Widerstandswert des Sensorelements gemessen und zu einem konstanten Wert gesteuert wird. Das Verfahren, das in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zum Steuern der Energie verwendet wird, mit der die Erwärmungsvorrichtung versorgt wird, ist zu dem in dem Beispiel des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung identisch und wird hier deshalb nicht weiter beschrieben.

Im übrigen kann der Zeitpunkt  $t_4$ , zu welchem das Sensorelement aktiviert wird, nachdem der Zündschalter IGSW zum Zeitpunkt  $t_0$  von dem ausgeschalteten zu dem einge-

schalteten Zustand geschaltet wird, früher als der Zeitpunkt  $t_3$  erreicht werden, zu welchem die Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, zu der maximalen Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20 abfällt. Auf diese Weise ist verglichen mit dem System im Stand der Technik, bei welchem zu und nach dem Zeitpunkt  $t_2$  damit begonnen wird, die Erwärmungsvorrichtung 1 durch die Spannung über der Batterie 2 mit Energie zu versorgen, das erste Steuerverfahren, das durch eine Kurve  $V_j$  in dem Ausführungsbeispiel gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung dargestellt ist, derart, daß zu dem Zeitpunkt  $t_0$  mit einem Strom durch die Elektrizität, die im voraus in dem Kondensator 3 geladen worden ist, damit begonnen wird, die Erwärmungsvorrichtung 1 zu versorgen, und wird vom Zeitpunkt  $t_2$  die Summe der Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 und der Spannung  $r_2 \times V_{ALT}/(r_1 + r_2)$ , die im voraus an der zweiten Kondensatorschaltung 8 geladen worden ist, angelegt, wodurch ein frühes Aktivieren des Luft/Kraftstoffverhältnissensors ermöglicht ist.

Nun wird die Kurve  $V_j$  unter Bezugnahme auf Fig. 15B erklärt. Zu einem Zeitpunkt  $t_0$ , zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, wird eine Spannung  $V_{ALT}$ , die im voraus in der Kondensatorschaltung 3 geladen worden ist, während die Brennkraftmaschine läuft, nachdem sie gestartet worden ist, an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt. Zu diesem Zeitpunkt wird der Erwärmungsvorrichtung 1 noch kein Strom zugeführt und hält sie deshalb die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, von diesem Zeitpunkt  $t_0$  an einen Spannungswert  $V_{ALT}$ , der höher als die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 ist. Nach einem Starten der Brennkraftmaschine, das heißt, sobald der Zündschalter IGSW zum Zeitpunkt  $t_1$  zu der Anlasserstellung geschaltet wird, beginnt die ECU, den Anlasser (nicht gezeigt) anzusteuern und fällt deshalb die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 aufgrund des Aktivierungsstroms des Anlassers deutlich ab. Wenn der Anlasser einmal aktiviert ist, wird jedoch der Strom, der durch den Anlasser aufgenommen wird, verringert. Daher erzeugt der Wechselspannungsgenerator 20 eine Energie und beginnt, die Batterie 2 durch die Drehung des Anlassers zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine und durch die Drehung der Brennkraftmaschine, nachdem die Brennkraftmaschine gestartet hat, zu laden. Als Ergebnis erhöht sich die Spannung  $V_B$  über der Batterie zu und nach dem Zeitpunkt  $t_1$  allmählich.

Die Spannung  $V_{HT}$ , die zu dem Zeitpunkt  $t_1$  an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, ist andererseits die Spannung  $V_{ALT}$  der ersten Kondensatorschaltung 3, welche die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20 ist, auf welche die erste Kondensatorschaltung 3 geladen wird, während die Brennkraftmaschine läuft. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_1$  fällt diese Spannung  $V_{ALT}$  aufgrund des Energieverbrauchs durch die Erwärmungsvorrichtung 1 allmählich ab. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_1$  erreicht jedoch die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2, die sich aufgrund des Ladens von dem Wechselspannungsgenerator 20 erhöht hat, nach einem Überschreiten der vorbestimmten Spannung  $V_{TH}$ , die das Anlassen der Brennkraftmaschine nicht beeinträchtigt, die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20 zu dem Zeitpunkt  $t_2$ . Zu diesem Zeitpunkt  $t_2$  werden die Relais  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  abgeregelt und wird das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 von der Lade- zu der Entladebetriebsart umgeschaltet. Dann wird zu dem Zeitpunkt  $t_2$  die Summe der Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 und der Spannung  $r_2 \times V_{ALT}/(r_1 + r_2)$ , die an der zweiten Kondensatorschaltung 8 geladen wird, während die Brennkraftmaschine läuft, nachdem die Brennkraftmaschine gestartet worden ist, an die Erwärmungsvorrichtung

1 angelegt. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_2$  wird aufgrund des Energieverbrauchs durch die Erwärmungsvorrichtung 1 sowohl die Elektrizität, die in der zweiten Kondensatorschaltung 8 geladen ist, als auch die in der ersten Kondensatorschaltung 3 durch die Erwärmungsvorrichtung 1 entladen. Daher fällt die Spannung  $V_{HT}$ , die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt ist, allmählich ab und erreicht bald die maximale Ausgangsspannung  $V_{ALT}$  des Wechselspannungsgenerators 20 zu dem Zeitpunkt  $t_3$ . Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_3$  werden die Relais  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  erregt und wird das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 von der Entlade- zu der Ladebetriebsart geschaltet, während gleichzeitig die Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie von der Batterie 2, dem Wechselspannungsgenerator 20 und der ersten Kondensatorschaltung 3 versorgt wird. Der Steuervorgang, der zu und nach dem Zeitpunkt  $t_4$  durchgeführt wird, ist ähnlich zu dem, der unter Bezugnahme auf Fig. 15A beschrieben worden ist, und wird nicht beschrieben.

Wie es vorhergehend beschrieben worden ist, ist anders als bei dem System im Stand der Technik, bei welchem zu und nach einem Zeitpunkt  $t_2$  damit begonnen wird, die Erwärmungsvorrichtung 1 mit der Spannung über der Batterie mit Energie zu versorgen, das zweite Steuerverfahren bei dem Ausführungsbeispiel gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung, das durch die Kurve  $V_j$  in Fig. 15B dargestellt ist, derart, daß zu dem Zeitpunkt  $t_1$  damit begonnen wird, die Spannung  $V_{ALT}$ , die in der ersten Kondensatorschaltung 3 geladen ist, an die Erwärmungsvorrichtung 1 anzulegen, und von dem Zeitpunkt  $t_2$  an die Summe der Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 und der Spannung  $r_2 \times V_{ALT}/(r_1 + r_2)$ , die im voraus in der zweiten Kondensatorschaltung 8 geladen wird, an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird. Daher ist ein frühes Aktivieren des Luft/Kraftstoffverhältnissensors ermöglicht.

Zusätzlich zu dem ersten Steuerverfahren oder dem zweiten Steuerverfahren, die zuvor beschrieben worden sind, kann der Schalter SW1 nur geschlossen werden, wenn das Anlassen stabil ist, um die Verschlechterung der Brennkraftmaschinenstartfähigkeit zu verhindern. Eine Entscheidung bezüglich dessen, ob das Anlassen stabil ist oder nicht, wird durch Erfassen der Brennkraftmaschinendrehzahl, der Änderung der Brennkraftmaschinendrehzahl, des Spannungsabfalls über der Batterie, der Brennkraftmaschinenwassertemperatur, usw. und durch Überprüfen, ob diese Werte einen vorbestimmten Referenzwert erfüllen, durchgeführt.

Nun wird die Kurve  $V_j$  unter Bezugnahme auf Fig. 15C erklärt. Das dritte Steuerverfahren, das in Fig. 15C gezeigt ist, ist dem Zustand zugehörig, unter welchem die Batterie in einem derartigen Ausmaß abgebaut ist, daß ein verlängertes Anlassen der Brennkraftmaschine verursacht wird. Die Kurve  $V_j$  in Fig. 15C zeigt ähnlich der Kurve  $V_j$  in Fig. 15B die zeitliche Änderung der Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, in dem Fall, in dem der Erwärmungsvorrichtung 1 von dem Zeitpunkt an, zu dem der Zündschalter IGSW eingeschaltet wird, kein Strom zugeführt wird, aber von dem Zeitpunkt an, zu dem der Zündschalter IGSW zu der Anlasserstellung geschaltet wird. Gemäß dem dritten Steuerverfahren ist der Schalter SW1 in dem Fall geöffnet, in dem die Spannung  $V_B$  über der Batterie 2 versagt, vor dem gleichen Zeitpunkt  $t_2$ , der in Fig. 15B gezeigt ist, nach einem Anlassen zu einem Zeitpunkt  $t_1$  einen vorbestimmten Wert zu erreichen, und das Luft/Kraftstoffverhältnissensorelement zu einem Zeitpunkt  $t_{24}$  während des Anlassens eine Aktivierungstemperatur  $T_{th}$  von zum Beispiel  $650^\circ\text{C}$ , die den betätigten Zustand von ihm anzeigt, erreicht, was eine Messung des Luft/Kraftstoffverhältnisses (A/F) ermöglicht. Danach wird, um den aktiven Zustand des Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements aufrecht-

zuerhalten, das Steuern der Erwärmungsvorrichtungstemperatur ausgesetzt. Anders ausgedrückt wird der Schalter SW1 in Übereinstimmung mit einer Energieabbildung betätigt, die in Übereinstimmung mit den Brennkraftmaschinenbetriebszuständen vorbereitet ist, um ein Versorgen der Erwärmungsvorrichtung 1 mit Energie zu stoppen. Zu und nach dem Zeitpunkt  $t_{25}$ , zu dem die Erwärmungsvorrichtungstemperatur, die aus dem Widerstandswert der Erwärmungsvorrichtung 1 berechnet wird, auf oder unter die vorbestimmte Temperatur von  $650^\circ\text{C}$  abfällt, wird der Schalter SW1 erneut geschlossen und wird das Steuern der Erwärmungsvorrichtungstemperatur wieder aufgenommen. Dieses Verfahren wird wiederholt. Das dritte Steuerverfahren kann daher verhindern, daß die Batterie 2 übermäßig verbraucht wird, was ansonsten aufgrund des Erwärms der Erwärmungsvorrichtung 1 der Fall sein würde.

In dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es ebenso möglich, die Spannung zu erfassen, die an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, wenn der Schalter SW2 offen ist und das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 geschaltet wird, um die zweite Kondensatorschaltung 8 in den geladenen Zustand zu versetzen, um einen Ausfall der ersten Kondensatorschaltung 3 aus der derart erfaßten Spannung zu bestimmen, und um dadurch einen ersten Ausfall der ersten Kondensatorschaltung 3 durch zum Beispiel Aufleuchten einer Anzeigelampe anzuzeigen.

Ebenso ist es in dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung möglich, die Spannung zu erfassen, die zu jeder Zeit an die Erwärmungsvorrichtung 1 angelegt wird, zu der das Lade/Entlade-Schaltnetz 9 geschaltet wird, um die zweite Kondensatorschaltung 8 in den geladenen oder entladenen Zustand zu versetzen, um die Differenz der erfaßten Spannungen zum Erfassen eines Ausfalls der zweiten Kondensatorschaltung 8 in dem Fall zu verwenden, in dem die Spannung beim Beginn eines Entladens versagt, um zum Beispiel einen Wert, der äquivalent zu der Spannung ist, die in der zweiten Kondensatorschaltung 8 geladen ist, höher als die Spannung zu dem Zeitpunkt eines Ladens zu werden, und um dadurch einen zweiten Ausfall der zweiten Kondensatorschaltung 8 durch zum Beispiel Aufleuchten einer Anzeigelampe anzuzeigen.

Weiterhin kann das System einen dritten Schalter SW3 aufweisen, der in der Lage ist, nach der ersten Ausfalldiagnose der dritten Kondensatorschaltung 3 zum Zuführen oder Abschalten des Ladestroms und des Entladestroms für die erste Kondensatorschaltung 3 zu der ersten Kondensatorschaltung 3 in Reihe geschaltet zu werden. Nach einer Ausfallerfassung wird der Schalter SW1 derart gesteuert, daß er sich an dem Ende eines Anlassens der Brennkraftmaschine schließt, während der Schalter SW3 normalerweise offen gehalten wird, um dadurch die Zuverlässigkeit des Systems sicherzustellen.

Weiterhin kann nach der zweiten Ausfalldiagnose der zweiten Kondensatorschaltung 8 der Schalter SW1 derart gesteuert werden, daß er sich an dem Ende eines Anlassens der Brennkraftmaschine schließt, und mindestens einer der Anschlüsse der zweiten Kondensatorschaltung 8, der mit dem Lade/Entlade-Schaltnetz 9 verbunden ist, wird zu einem normalerweise offenen Zustand geschaltet, um dadurch die Zuverlässigkeit des Systems sicherzustellen. Zum Steuern von mindestens einem der Anschlüsse der zweiten Kondensatorschaltung 8, um ihn zu einem normalerweise offenen Zustand zu schalten, ist ein Kontaktpunkt  $RC_n$  eines neuen Relais  $R_n$ , nicht gezeigt, zwischen dem positiven Anschluß der zweiten Kondensatorschaltung 8 und dem gemeinsamen Anschluß c des Kontakts  $RC_1$  des Relais  $R_1$  eingefügt, und dieser Kontaktpunkt  $RC_n$ , welcher normalerweise geschlossen ist, wird geöffnet, wenn ein Ausfall der



zweiten Kondensatorschaltung 8 erfaßt wird.

Ein Ausführungsbeispiel des dritten Aspekts der Erfindung ist vorhergehend unter Bezugnahme auf Fig. 14 beschrieben worden. Es versteht sich jedoch einfach für Fachleute, daß andere Ausführungsbeispiele des dritten Aspekts der Erfindung durch Ersetzen der Kondensatorschaltung 8 und des Lade/Entlade-Schaltnetzes 9, die in den Fig. 8, 9 und 10 gezeigt sind, durch die Kondensatorschaltung 8 bzw. das Lade/Entlade-Schaltnetz 9, die in Fig. 14 gezeigt sind, einfach wie in dem Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts aufgebaut werden können. Derartige andere Ausführungsbeispiele werden deshalb nicht im Detail beschrieben.

Wie es sich aus der vorhergehenden Beschreibung versteht, wird gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine geschaffen, bei welchem eine erste Kondensatorschaltung von einer Batterie und einem Wechselspannungsgenerator isoliert ist, wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird, aber zu der Batterie und dem Wechselspannungsgenerator parallel geschaltet wird und auf eine maximale Ausgangsspannung des Wechselspannungsgenerators geladen wird, die höher als die Batteriespannung ist, während die Brennkraftmaschine läuft, und bei welchem eine Erwärmungsvorrichtung, wenn die Brennkraftmaschine gestartet wird, an einer hohen Spannung, die durch Überlagern einer Ladespannung der ersten Kondensatorschaltung auf eine Ladespannung einer zweiten Kondensatorschaltung erzeugt wird, die im voraus geladen worden sind, während die Brennkraftmaschine läuft, mit Energie versorgt wird. Als Ergebnis kann ein frühes Aktivieren des Luft/Kraftstoffverhältnissensors zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine verwirklicht werden, während gleichzeitig die Verschlechterung des Abgasausstoßes zu einer frühen Zeit unterdrückt wird.

Fig. 16 zeigt ein Zeitablaufdiagramm, das die Temperaturänderung des Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements bis zur Aktivierung des Luft/Kraftstoffverhältnissensors, von dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine an, gemäß den ersten bis dritten Aspekten der Erfindung verglichen mit dem Stand der Technik darstellt. In diesem Zeitablaufdiagramm stellt die Abszisse die Erwärmungszeit der Erwärmungsvorrichtung dar und stellt die Ordinate die Temperatur des Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements dar. Die Temperaturänderung des Luft/Kraftstoffverhältnissensorelements gemäß dem ersten Steuerverfahren des ersten Aspekts, dem zweiten Steuerverfahren des ersten Aspekts und dem Stand der Technik sind durch durchgezogene Linien  $l_1$ ,  $l_2$  bzw.  $l_7$  dargestellt. Das erste Steuerverfahren des zweiten Aspekts und das zweite Steuerverfahren des zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung sind durch gestrichelte Linien  $l_3$  bzw.  $l_4$  dargestellt. Das erste Steuerverfahren des dritten Aspekts und das zweite Steuerverfahren des dritten Aspekts sind durch einfach strichpunktierte Linien  $l_5$  bzw.  $l_6$  dargestellt.  $t_0$  bezeichnet den Zeitpunkt, zu dem der Zündschalter IGSW von dem ausgeschalteten zu dem eingeschalteten Zustand geschaltet wird,  $t_1$  den Zeitpunkt, zu dem der Zündschalter IGSW von dem eingeschalteten Zustand zu der Anlasserbetriebsart geschaltet wird,  $t_2$  den Zeitpunkt, zu dem sich die Batteriespannung auf die Spannung  $V_{TH}$  erhöht hat, die das Anlassen nicht beeinträchtigt, und  $t_{41}$ ,  $t_{42}$ ,  $t_{43}$ ,  $t_{44}$ ,  $t_{45}$ ,  $t_{46}$  und  $t_{47}$  die Zeitpunkte, zu denen das Luft/Kraftstoffverhältnissensorelement die Aktivierungstemperatur  $T_{th}$  durch Steuern des Erwärmungsvorgangs der Erwärmungsvorrichtung gemäß den ersten und den zweiten Steuerverfahren des ersten Aspekts, den ersten und zweiten Steuerverfahren des zweiten Aspekts, den

ersten und zweiten Steuerverfahren des dritten Aspekts bzw. im Stand der Technik erreicht hat. Es ist aus dieser Darstellung zu sehen, daß die ersten bis dritten Aspekte der vorliegenden Erfindung das Luft/Kraftstoffverhältnissensorelement zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine früher als der Stand der Technik aktivieren können.

Gemäß der vorhergehenden Beschreibung wird ein Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor für eine Brennkraftmaschine geschaffen, um eine Erwärmungsvorrichtung mit Energie zu versorgen, um den Luft/Kraftstoffverhältnissensor zu dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine schnell zu aktivieren. Das System weist einen in dem Brennkraftmaschinenabgassystem angeordneten Luft/Kraftstoffverhältnissensor zum Erfassen des Luft/Kraftstoffverhältnisses, eine Erwärmungsvorrichtung zum Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors, eine Batterie und einen Wechselspannungsgenerator beinhalten Energieversorgung zum Versorgen der Erwärmungsvorrichtung mit Energie, einen Energieversorgungsschalter zum Betätigen einer Energieversorgungsleitung zum Übertragen von Energie von der Energieversorgung, eine Kondensatorschaltung, die von der Energieversorgung geladen wird und in der Lage ist, die durch das Laden darin gespeicherte Elektrizität durch die Erwärmungsvorrichtung zu entladen, einen zu der Erwärmungsvorrichtung in Reihe geschalteten ersten Schalter zum Zuführen oder Abschalten des Stroms, der zu der Erwärmungsvorrichtung fließt, und eine Steuereinheit zum derartigen Steuern des ersten Schalters auf, daß er sich schließt, nachdem der Energieversorgungsschalter geschlossen worden ist. Das System weist weiterhin eine andere Kondensatorschaltung auf, die in der Lage ist, zu dem Zeitpunkt eines Ladens parallel zu der Energieversorgung geschaltet zu werden, und zu dem Zeitpunkt eines Entladens in Reihe zu der Energieversorgung geschaltet zu werden, um dadurch eine hohe Spannung an die Erwärmungsvorrichtung anzulegen, die durch Überlagern der Ladespannung der Kondensatorschaltung auf die Quellenspannung erzielt wird. Zu und nach dem Zeitpunkt eines Startens der Brennkraftmaschine wird die Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung versorgt wird, auf eine derartige Weise gesteuert, daß der Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand gehalten wird.

#### Patentansprüche

1. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem für einen Luft/Kraftstoffverhältnissensor einer Brennkraftmaschine, das aufweist:
  - einen in dem Abgassystem einer Brennkraftmaschine angeordneten Luft/Kraftstoffverhältnissensor zum Erfassen des Luft/Kraftstoffverhältnisses der Brennkraftmaschine;
  - eine Erwärmungsvorrichtung zum Erwärmen des Luft/Kraftstoffverhältnissensors;
  - eine Energieversorgung zum Versorgen der Erwärmungsvorrichtung mit Energie; und
  - einen Energieversorgungsschalter zum Öffnen oder Schließen einer Energieversorgungsleitung zum Übertragen von Energie von der Energieversorgung zu einer Last, die die Erwärmungsvorrichtung beinhaltet, und zum Steuern der Energie, mit der die Erwärmungsvorrichtung versorgt wird, auf eine derartige Weise, daß der Luft/Kraftstoffverhältnissensor in einem aktiven Zustand gehalten wird,
 dadurch gekennzeichnet, daß
  - das System eine Kondensatorschaltung aufweist, die von der Energieversorgung geladen wird und in der

Lage ist, die durch das Laden gespeicherte Elektrizität durch die Erwärmungsvorrichtung zu entladen.

2. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin aufweist:

einen zu der Erwärmungsvorrichtung in Reihe geschalteten ersten Schalter zum Zuführen oder Abschalten des Stroms, der von mindestens entweder der Energieversorgung oder der Kondensatorschaltung zu der Erwärmungsvorrichtung fließt; und

eine Steuereinrichtung zum derartigen Steuern des ersten Schalters, daß er sich schließt, nachdem der Energieversorgungsschalter geschlossen worden ist.

3. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin einen sich zwischen der Energieversorgung und der Kondensatorschaltung befindenden zweiten Schalter zum Zuführen oder Abschalten eines Ladestroms von der Energieversorgung zu der Kondensatorschaltung aufweist.

4. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung den ersten Schalter derart steuert, daß er sich von dem Zeitpunkt an schließt, zu dem ein Anlassen der Brennkraftmaschine beginnt.

5. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung den ersten Schalter derart steuert, daß er sich in Übereinstimmung mit dem Brennkraftmaschinenanlaßzustand schließt, nachdem der Energieversorgungsschalter geschlossen worden ist.

6. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung den ersten Schalter während des Anlassens der Brennkraftmaschine, nachdem der erste Schalter geschlossen worden ist, derart steuert, daß er sich öffnet, wenn die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung einen vorbestimmten Pegel überschreitet, und daß er sich schließt, wenn die Temperatur der Erwärmungsvorrichtung nicht höher als der vorbestimmte Pegel ist.

7. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin eine Ausfallentscheidungseinrichtung zum Erfassen der Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung angelegt ist, wenn der zweite Schalter offen ist, und zum Entscheiden über einen Ausfall der Kondensatorschaltung aus der erfaßten Spannung aufweist.

8. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß: es weiterhin einen zu der Kondensatorschaltung in Reihe geschalteten dritten Schalter zum Zuführen oder Abschalten des Ladestroms und des Entladestroms der Kondensatorschaltung aufweist, und nach einer Ausfallentscheidung durch die Ausfallentscheidungseinrichtung die Steuereinrichtung den ersten Schalter derart steuert, daß er sich nach dem Ende des Anlassens der Brennkraftmaschine schließt, und den dritten Schalter derart steuert, daß er in den normalerweise offenen Zustand versetzt wird.

9. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin aufweist:

ein Lade/Entlade-Schaltnetz zum Schalten der Energieversorgung parallel zu der Kondensatorschaltung und zum Schalten der Erwärmungsvorrichtung in Reihe zu der Parallelschaltung, die die Energieversorgung und die Kondensatorschaltung beinhaltet, um dadurch eine Ladeschaltung auszubilden, zu dem Zeit-

punkt eines Ladens der Kondensatorschaltung, und zum Schalten der Energieversorgung, der Kondensatorschaltung und der Erwärmungsvorrichtung in Reihe zueinander, um dadurch eine Entladeschaltung auszubilden, zu dem Zeitpunkt eines Entladens der Kondensatorschaltung;

einen zu der Erwärmungsvorrichtung in Reihe geschalteten ersten Schalter zum Zuführen oder Abschalten des Stroms, der in die Erwärmungsvorrichtung fließt; und

eine Steuereinrichtung zum derartigen Steuern des ersten Schalters, daß er sich zu dem Zeitpunkt eines Beginns des Anlassens der Brennkraftmaschine schließt, nachdem der Energieversorgungsschalter geschlossen worden ist, wobei die Steuereinrichtung das Lade/Entlade-Schaltnetz derart schaltet, daß die Ladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor aktiv ist, und das Lade/Entlade-Schaltnetz derart schaltet, daß die Entladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor inaktiv ist.

10. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung nach dem Ende des Anlassens der Brennkraftmaschine den ersten Schalter derart steuert, daß er sich schließt, und das Lade/Entlade-Schaltnetz von der Ladeschaltung zu der Entladeschaltung schaltet.

11. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin eine Ausfallentscheidungsschaltung zum Erfassen der Spannung, die zu dem Zeitpunkt eines Ladens und Entladens der Kondensatorschaltung an die Erwärmungsvorrichtung angelegt ist, und zum Entscheiden eines Ausfalls der Kondensatorschaltung aus der Differenz der derart erfaßten Spannungen aufweist.

12. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß nach einer Ausfallentscheidung durch die Ausfallentscheidungseinrichtung die Steuereinrichtung nach dem Ende eines Anlassens der Brennkraftmaschine den ersten Schalter derart steuert, daß er sich schließt, und daß mindestens einer der Anschlüsse der Kondensatorschaltung, der mit dem Lade/Entlade-Schaltnetz verbunden ist, zu einem normalerweise offenen Zustand geschaltet wird.

13. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatorschaltung eine Mehrzahl von zueinander parallel geschalteten Kondensatoren aufweist.

14. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatorschaltung eine Mehrzahl von zueinander in Reihe geschalteten Kondensatoren aufweist.

15. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin eine Diode aufweist, die in der Lage ist, zu dem Zeitpunkt eines Entladens der Kondensatorschaltung parallel zu der Kondensatorschaltung zu der Energieversorgungsleitung geschaltet zu werden.

16. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin einen Widerstand aufweist, der in der Lage ist, sich zu dem Zeitpunkt eines Ladens der Kondensatorschaltung zwischen der negativen Elektrode des Kondensators und Masse zu befinden.

17. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatorschaltung eine Mehrzahl von Kondensatoren aufweist, wobei das System weiterhin eine Schalteinrichtung zum Umschalten des Entladespannungsmusters

der Kondensatorschaltung aufweist.

18. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung mindestens einen Schalter beinhaltet und die Kondensatorschaltung durch Betätigen des Schalters zwischen einer Reihenschaltung und einer Parallelschaltung geschaltet wird.

19. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung einen Schalter beinhaltet und das Entladen eines Teils der Kondensatoren durch ein Betätigen des Schalters unterdrückt wird.

20. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß alle Kondensatoren der Kondensatorschaltung zu dem Zeitpunkt eines Ladens in Reihe geschaltet sind, wobei das System weiterhin einen Widerstand aufweist, der zwischen die negative Elektrode der Kondensatorschaltung und Masse eingefügt ist.

21. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatorschaltung eine erste Kondensatorschaltung und eine zweite Kondensatorschaltung beinhaltet, die durch die Energieversorgung geladen werden und in der Lage sind, die durch das Laden darin gespeicherte Elektrizität zu der Erwärmungsvorrichtung zu entladen, wobei das System weiterhin aufweist:

ein Lade/Entlade-Schaltnetz zum Schalten der zweiten Kondensatorschaltung parallel zu der ersten Kondensatorschaltung, die parallel zu der Energieversorgung geschaltet ist, und zum Schalten der Erwärmungsvorrichtung in Reihe zu der Parallelschaltung, die die Energieversorgung und die ersten und zweiten Kondensatorschaltungen beinhaltet, um dadurch eine Ladeschaltung auszubilden, zu dem Zeitpunkt eines Ladens der zweiten Kondensatorschaltung, und zum Schalten der zweiten Kondensatorschaltung und der Erwärmungsvorrichtung in Reihe zu der ersten Kondensatorschaltung, die parallel zu der Energieversorgung geschaltet ist, um dadurch eine Entladeschaltung auszubilden, zu dem Zeitpunkt eines Entladens der zweiten Kondensatorschaltung;

einen zu der Erwärmungsvorrichtung in Reihe geschalteten ersten Schalter zum Zuführen oder Abschalten des Stroms, der zu der Erwärmungsvorrichtung fließt; und

eine Steuereinrichtung zum derartigen Steuern des ersten Schalters, daß er sich schließt, nachdem der Energieversorgungsschalter geschlossen worden ist, und zum Steuern des Lade/Entlade-Schaltnetzes von dem Beginn eines Anlassens der Brennkraftmaschine an auf eine derartige Weise, daß die Ladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor aktiv ist, und daß eine Entladeschaltung ausgebildet wird, wenn der Luft/Kraftstoffverhältnissensor inaktiv ist.

22. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin einen sich zwischen der Energieversorgung und den ersten und zweiten Kondensatorschaltungen befindenden zweiten Schalter zum Zuführen oder Abschalten des Ladestroms, der von der Energieversorgung zu den ersten und zweiten Kondensatorschaltungen fließt, aufweist.

23. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung den ersten Schalter derart steuert, daß er sich von dem Beginn eines Anlassens der Brennkraftmaschine an schließt.

24. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung den ersten Schalter derart steuert, daß er in Übereinstimmung mit dem Brennkraftmaschinenanlaßzustand betätigt wird, nachdem der Energieversorgungsschalter geschlossen worden ist.

25. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin eine Erwärmungsvorrichtungstemperaturerfassungseinrichtung aufweist, wobei die Steuereinrichtung während des Anlassens der Brennkraftmaschine, nachdem der erste Schalter geschlossen worden ist, den ersten Schalter derart steuert, daß er sich öffnet, wenn die Erwärmungsvorrichtungstemperatur einen vorbestimmten Pegel überschreitet, und daß er sich schließt, wenn die Erwärmungsvorrichtungstemperatur nicht höher als der vorbestimmte Pegel ist.

26. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß sie weiterhin eine erste Ausfallentscheidungseinrichtung zum Erfassen der Spannung, die an die Erwärmungsvorrichtung angelegt ist, wenn der zweite Schalter offen ist, und zum Entscheiden über einen Ausfall der ersten Kondensatorschaltung aus der erfaßten Spannung aufweist.

27. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin einen zu der ersten Kondensatorschaltung in Reihe geschalteten dritten Schalter zum Zuführen oder Abschalten des Ladestroms und des Entladestroms der ersten Kondensatorschaltung aufweist, wobei nach einer Ausfallentscheidung durch die erste Ausfallentscheidungseinrichtung die Steuereinrichtung den ersten Schalter derart steuert, daß er sich von dem Ende eines Anlassens der Brennkraftmaschine an schließt, und daß der dritte Schalter in einen normalerweise offenen Zustand versetzt wird.

28. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin eine zweite Ausfallentscheidungseinrichtung zum Erfassen der Spannung, die zu dem Zeitpunkt eines Ladens und Entladens der ersten Kondensatorschaltung und der zweiten Kondensatorschaltung angelegt ist, und zum Entscheiden über einen Ausfall der zweiten Kondensatorschaltung aus der erfaßten Differenz der Spannungen aufweist.

29. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß nach einer Ausfallentscheidung durch die zweite Ausfallentscheidungseinrichtung die Steuereinrichtung den ersten Schalter derart steuert, daß er sich nach dem Ende eines Anlassens der Brennkraftmaschine schließt und daß mindestens einer der Anschlüsse der zweiten Kondensatorschaltung, der mit dem Lade/Entlade-Schaltnetz verbunden ist, zu einem normalerweise offenen Zustand geschaltet wird.

30. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kondensatorschaltung eine Mehrzahl von zueinander parallel geschalteten Kondensatoren aufweist.

31. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kondensatorschaltung eine Mehrzahl von zueinander in Reihe geschalteten Kondensatoren aufweist.

32. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin eine Diode aufweist, die in der Lage ist, zu dem Zeitpunkt eines Entladens der zweiten Kondensatorschal-

tung parallel zu der zweiten Kondensatorschaltung zu einer Energieversorgungsleitung geschaltet zu werden.

33. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin einen Widerstand aufweist, der in der Lage ist, sich zu dem Zeitpunkt eines Ladens der zweiten Kondensatorschaltung zwischen der negativen Elektrode der zweiten Kondensatorschaltung und Masse zu befinden. 5

34. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kondensatorschaltung eine Mehrzahl von Kondensatoren aufweist, wobei das System weiterhin eine Schalteinrichtung zum Umschalten des Entladespannungsmusters der zweiten Kondensatorschaltung aufweist. 10

35. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung mindestens einen Schalter beinhaltet und die zweite Kondensatorschaltung durch ein Betätigen des Schalters zwischen einer Reihenschaltung und einer Parallelschaltung geschaltet wird. 20

36. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung einen Schalter beinhaltet und ein Entladen eines Teils der Kondensatoren durch ein Betätigen des Schalters unterdrückt wird. 25

37. Erwärmungsvorrichtungsteuersystem nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß alle Kondensatoren der zweiten Kondensatorschaltung zu dem Zeitpunkt eines Ladens in Reihe geschaltet sind, wobei das System weiterhin einen Widerstand aufweist, der sich zwischen der negativen Elektrode der zweiten Kondensatorschaltung und Masse befindet. 30

---

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

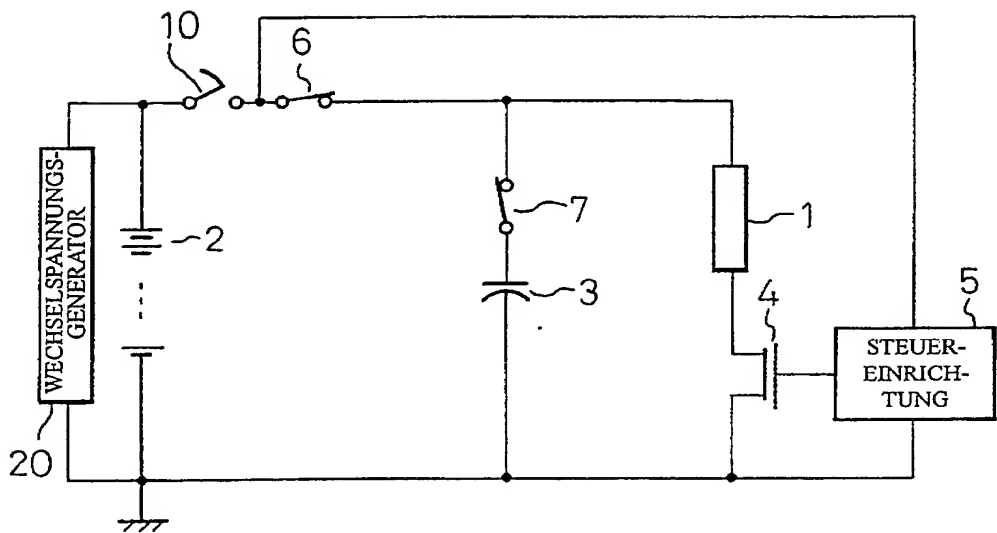




Fig.2A

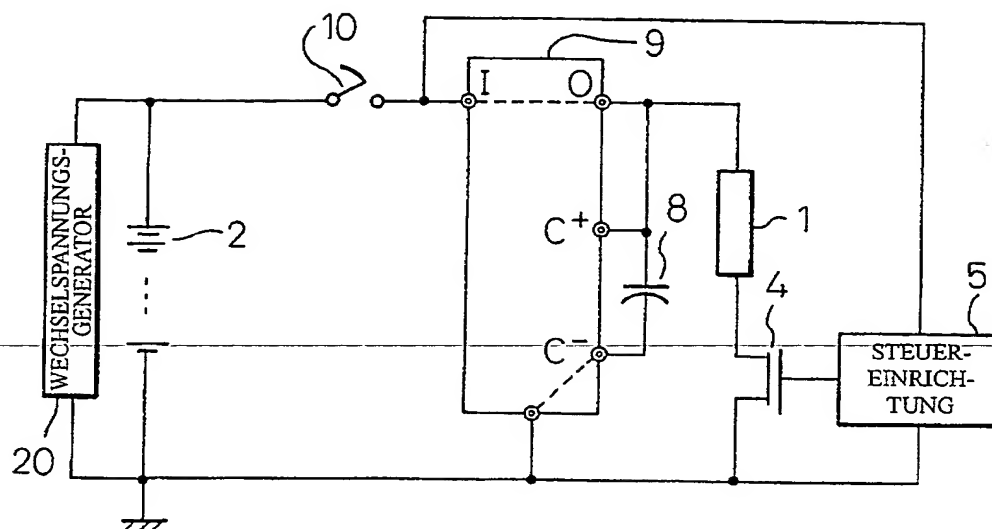


Fig.2B

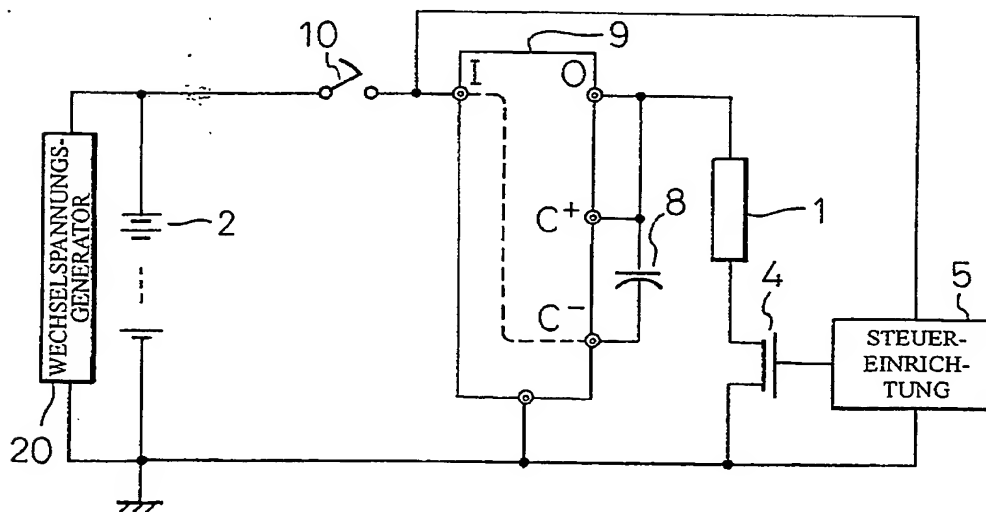


Fig. 3A

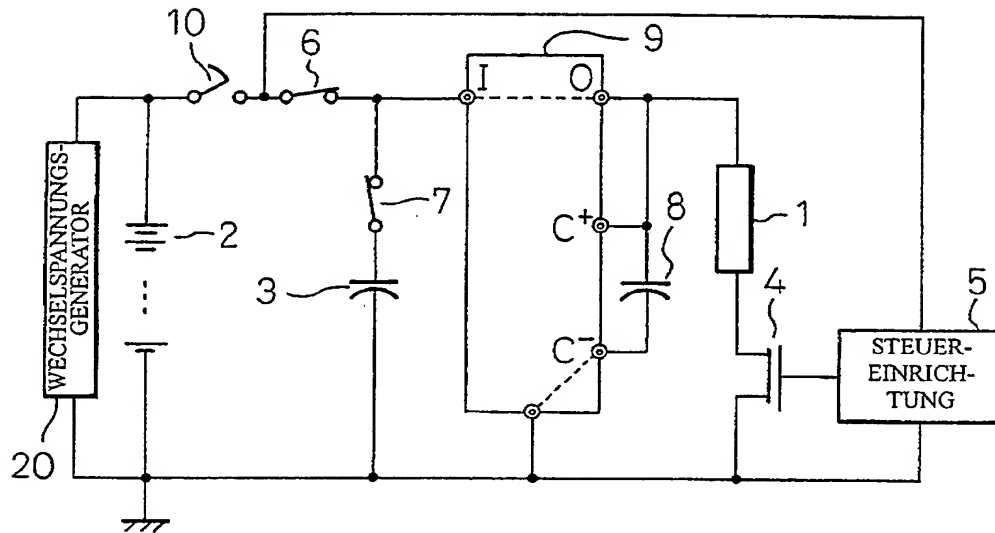


Fig. 3B

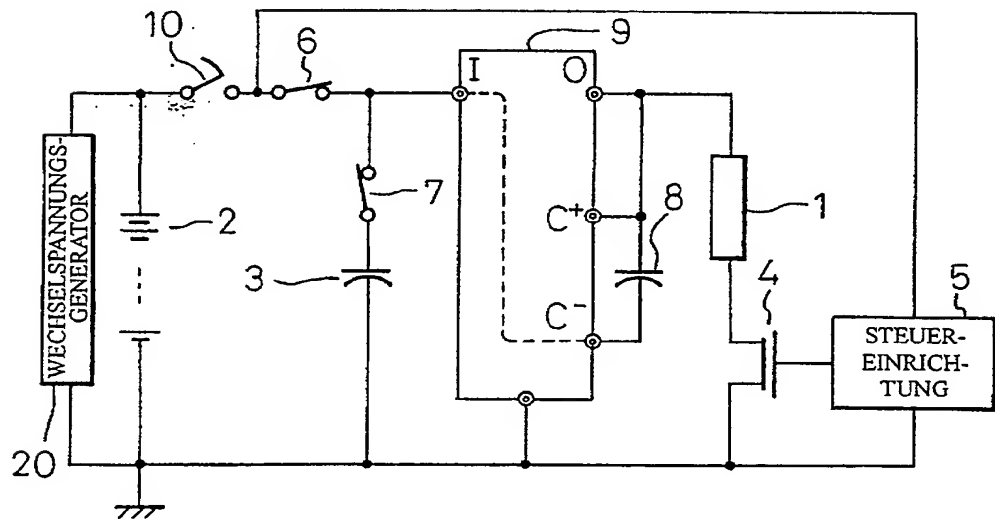


Fig. 4

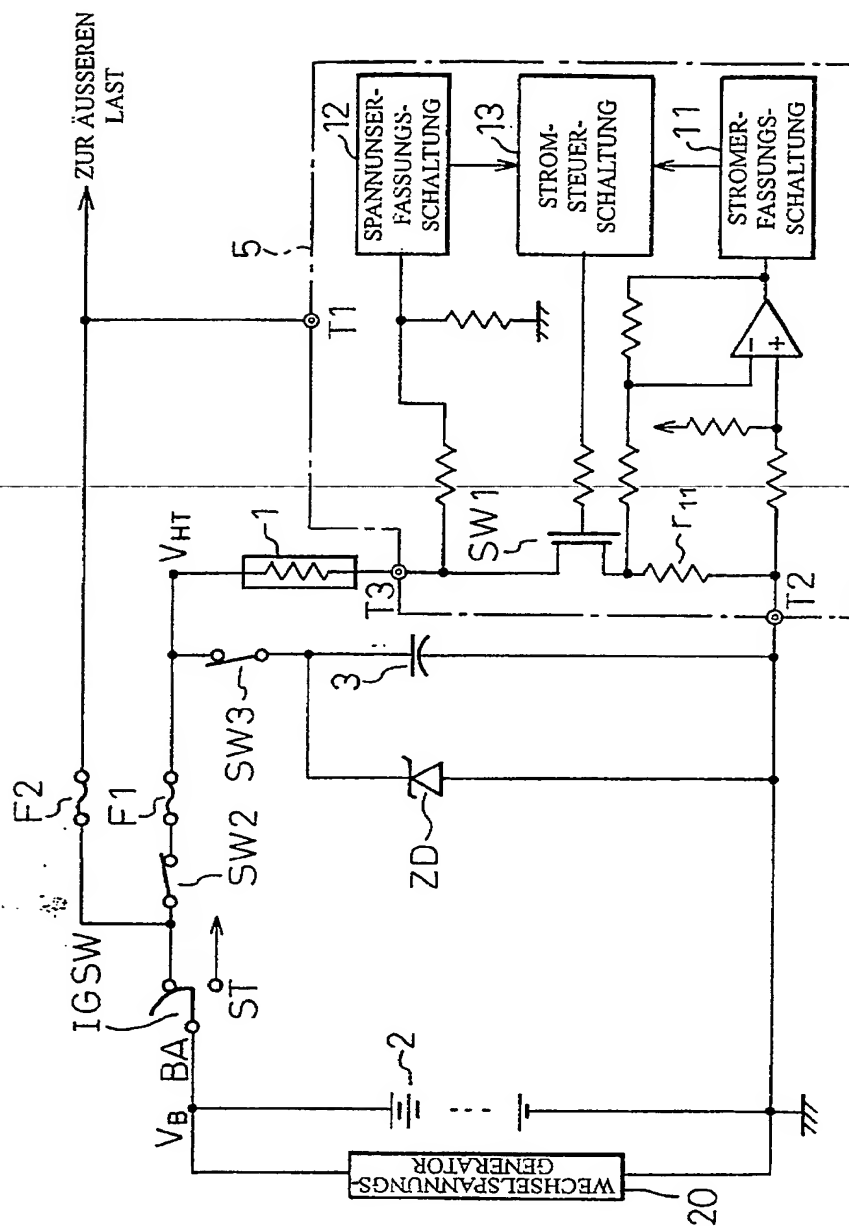


Fig.5A

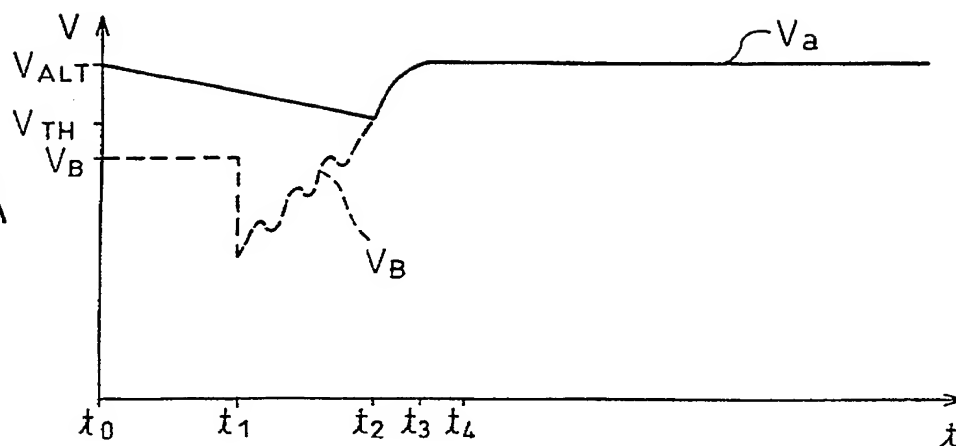


Fig.5B

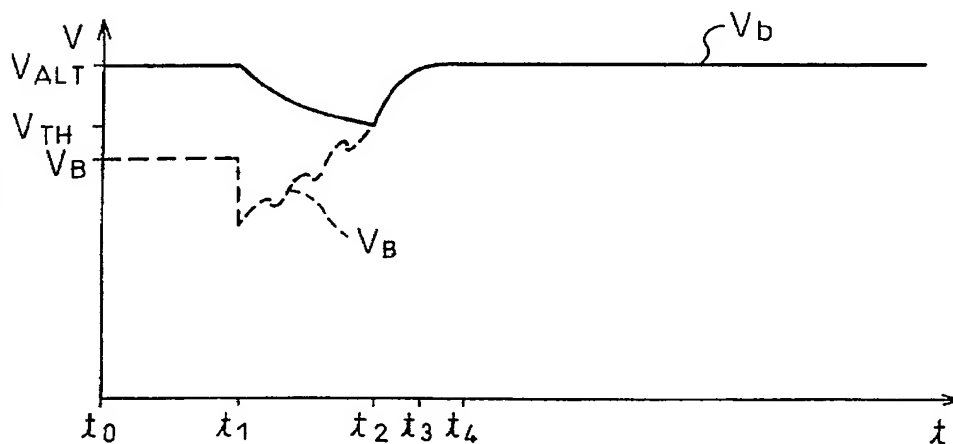


Fig.5C

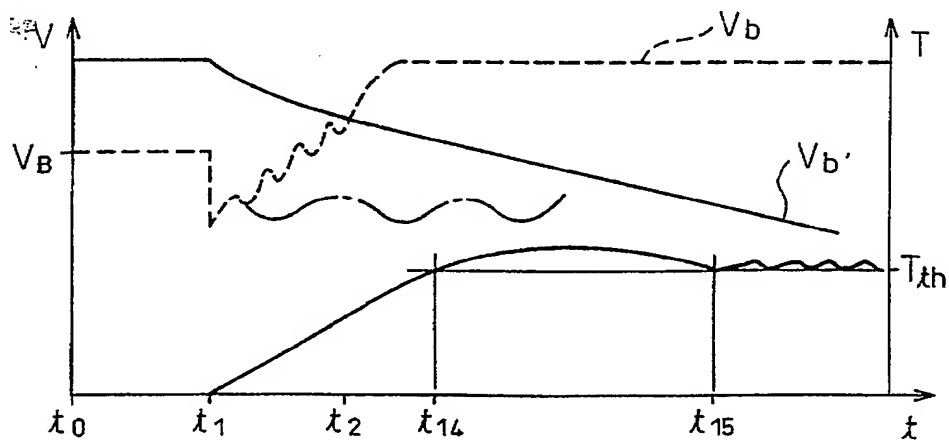


Fig. 6

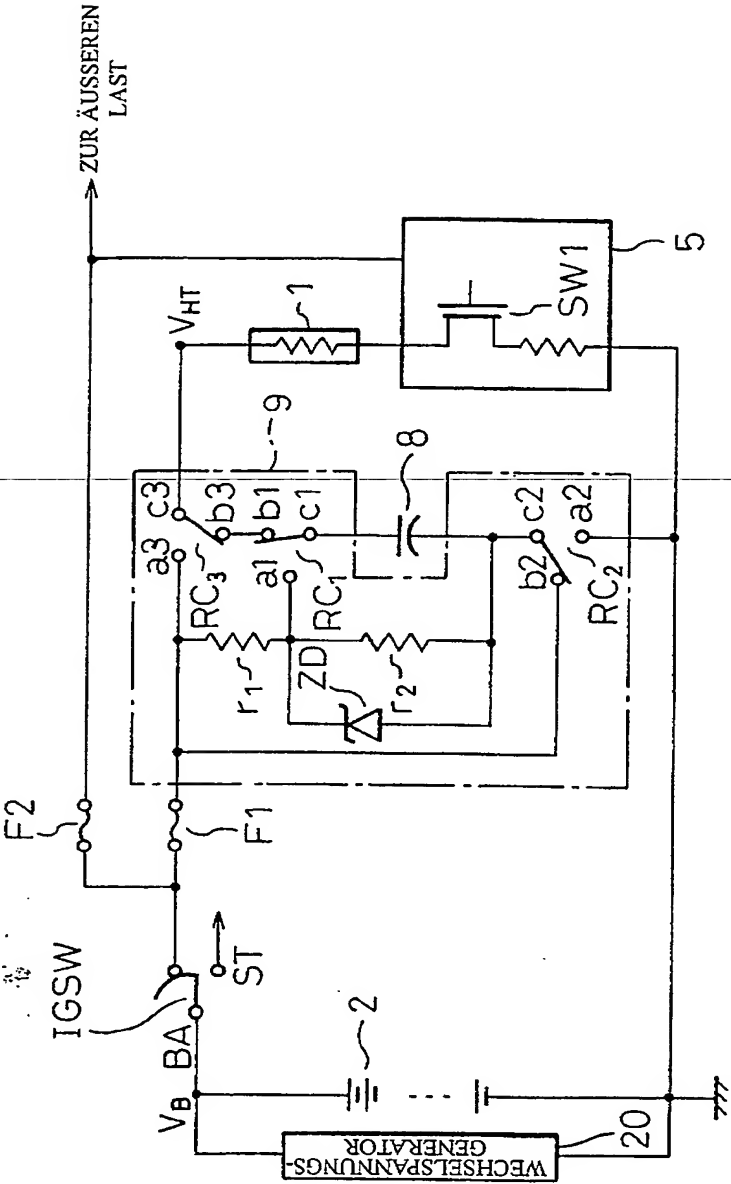




Fig.7A

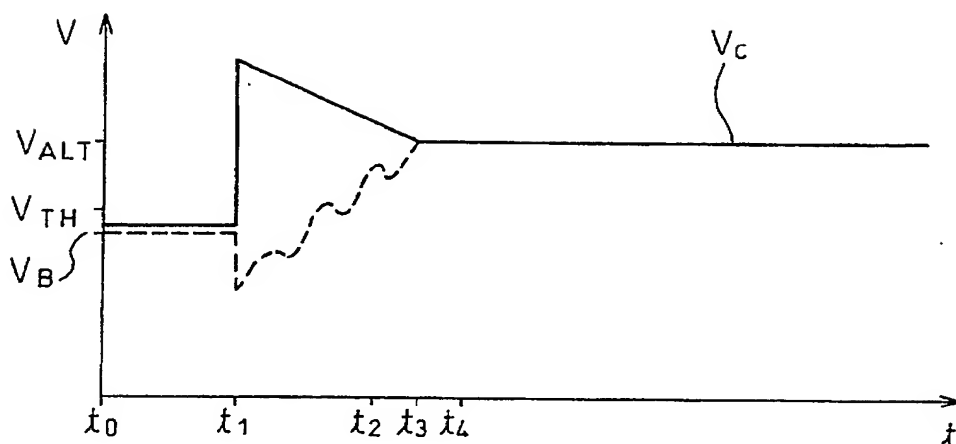
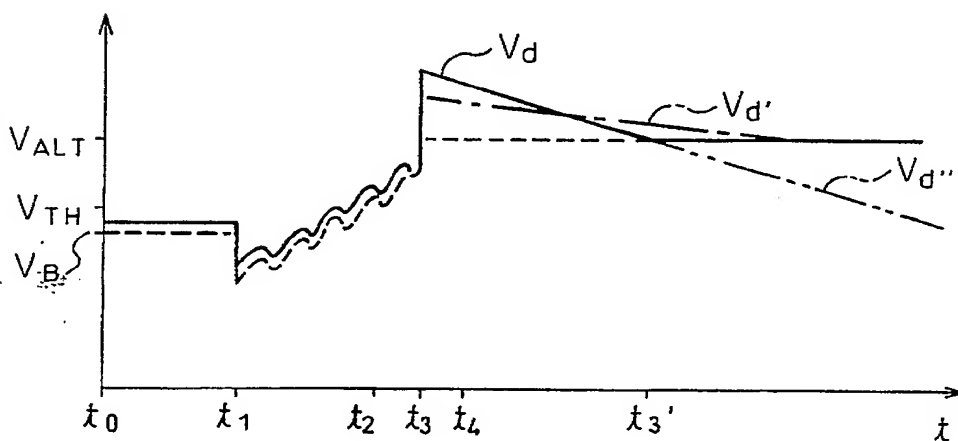


Fig.7B



८५

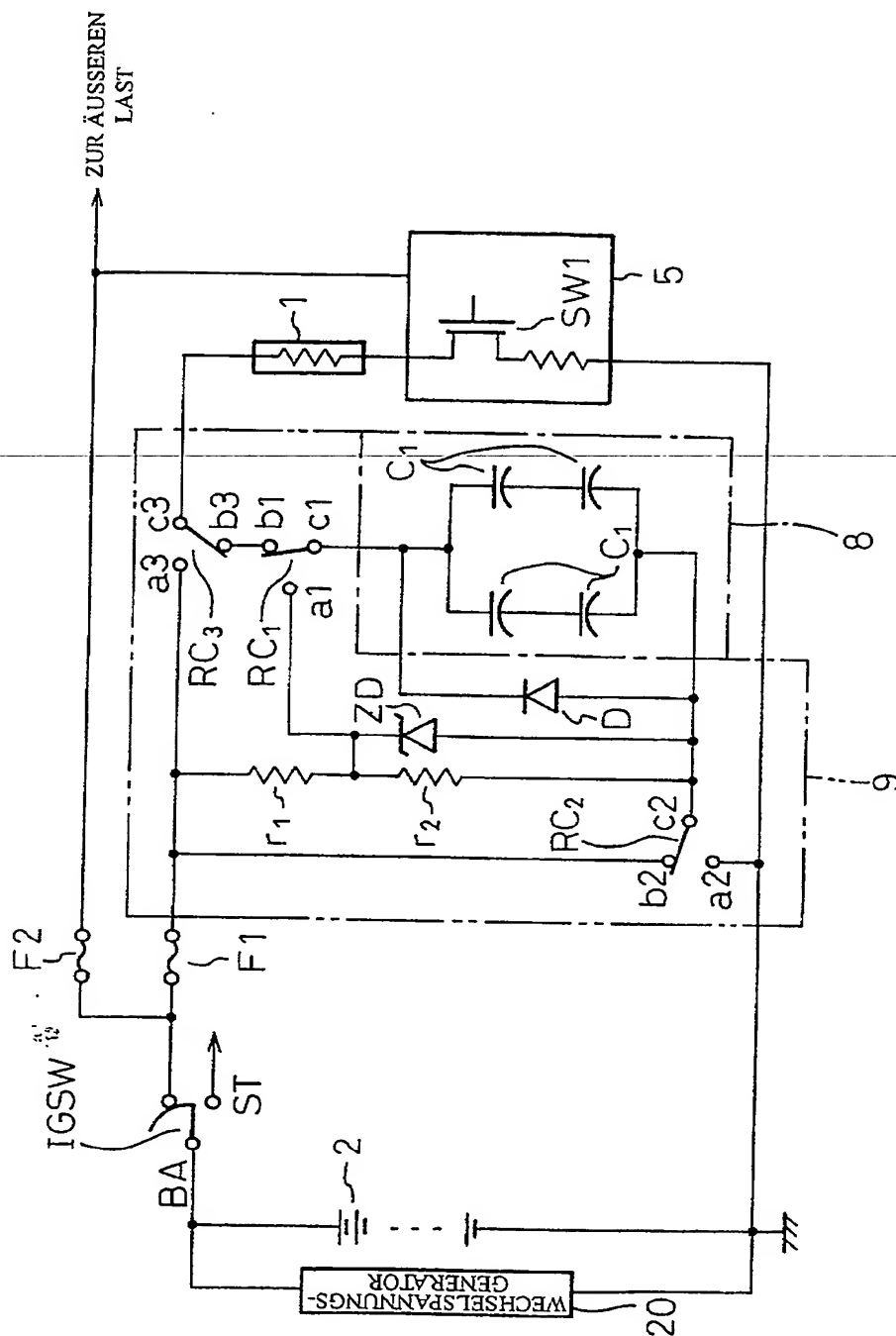


Fig. 9

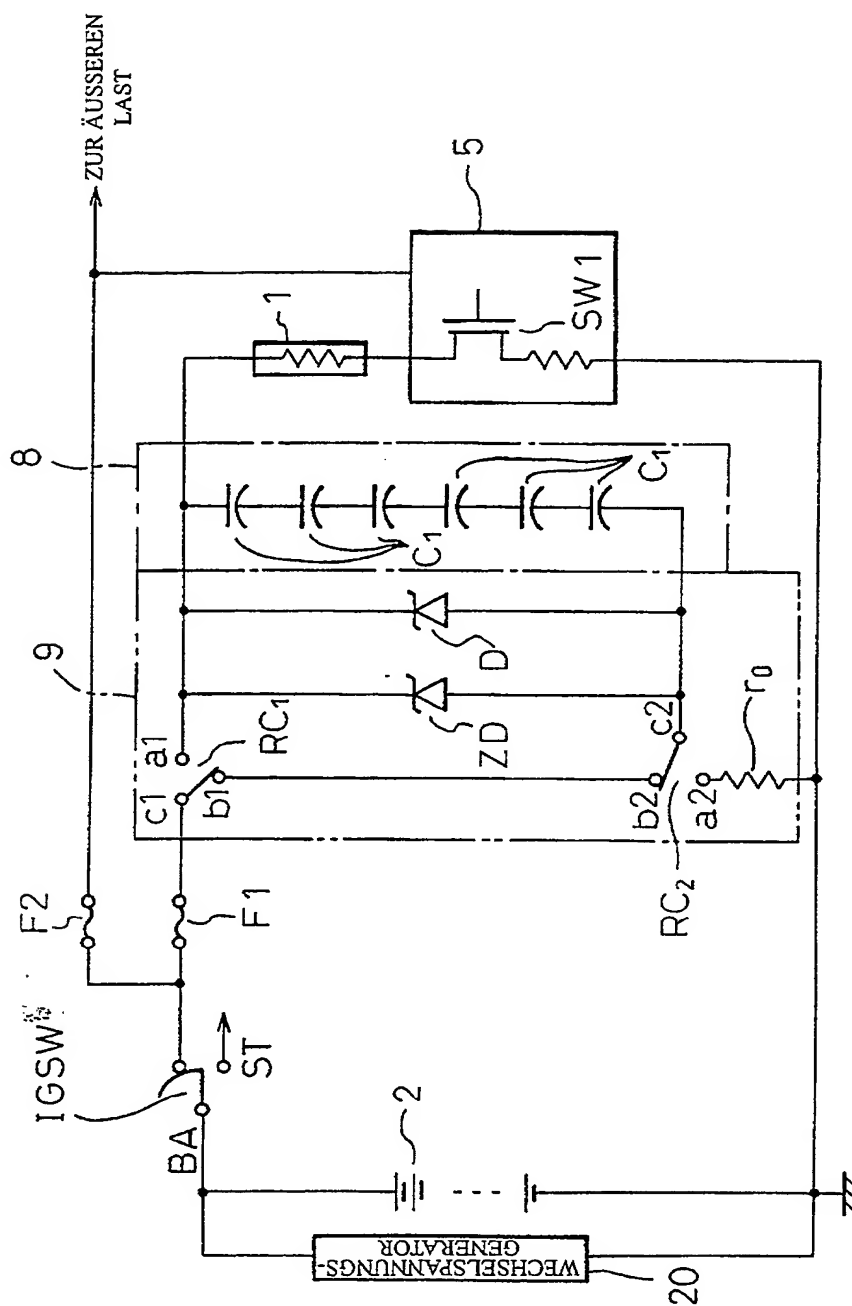


Fig.10

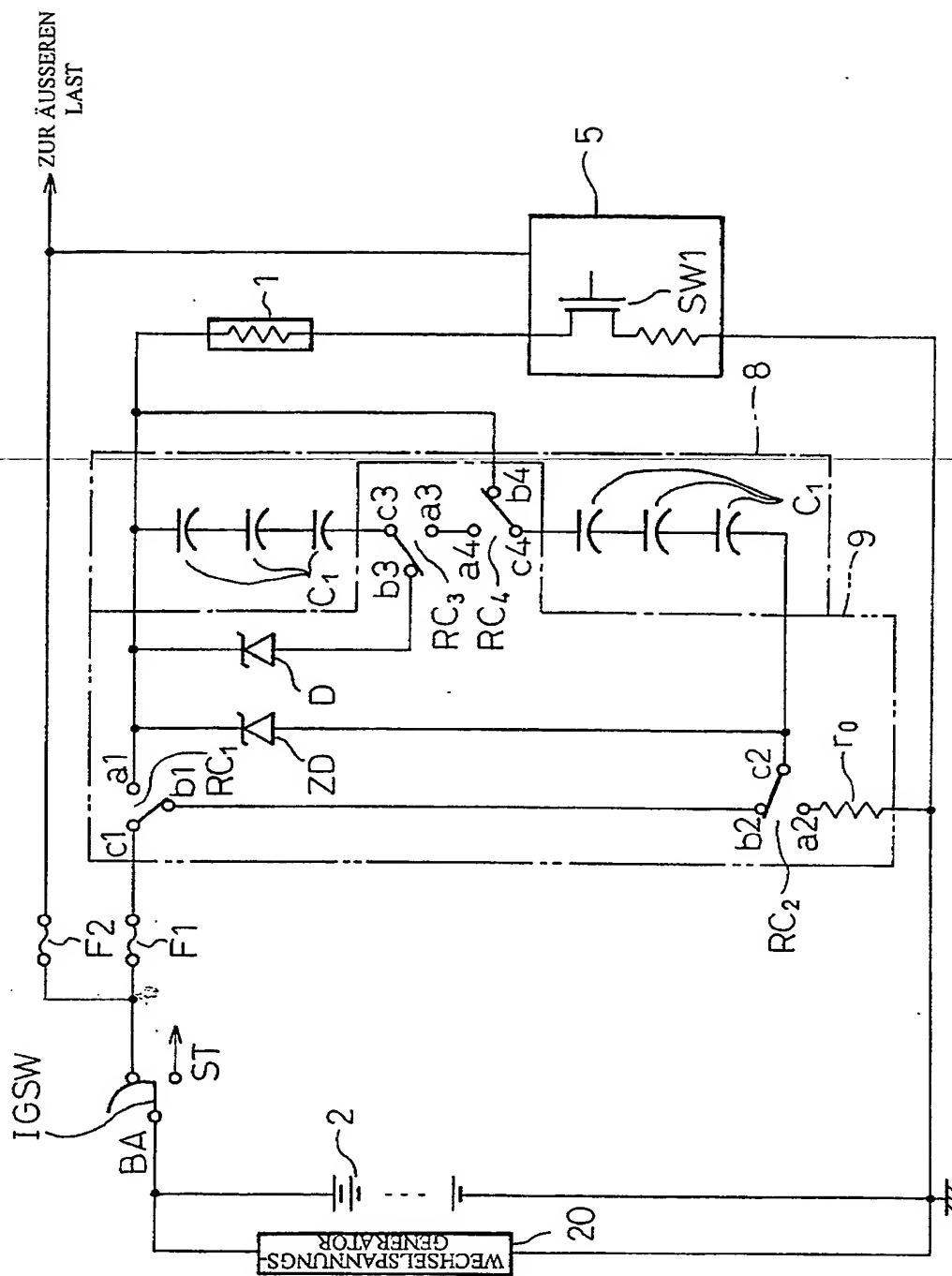


Fig.11

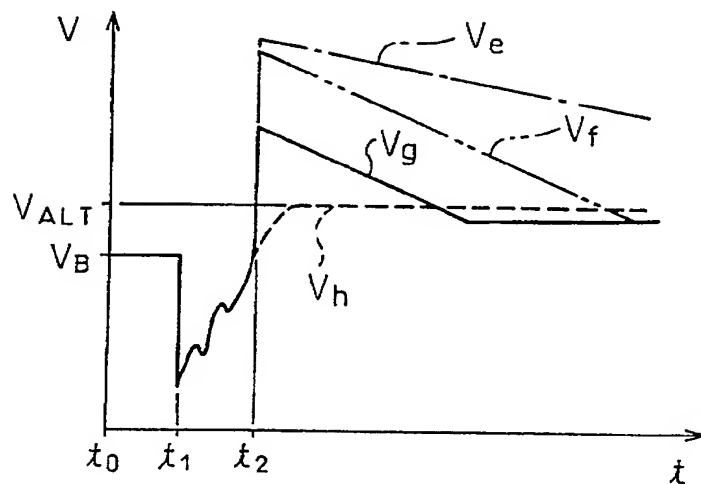


Fig.12

RELAIS $R_3$	RELAIS $R_4$	BETRIEBS-ART
AUS	AUS	BETRIEBS-ART 1
AUS	EIN	BETRIEBS-ART 2
EIN	AUS	BETRIEBS-ART 3
EIN	EIN	BETRIEBS-ART 4



Fig.13A

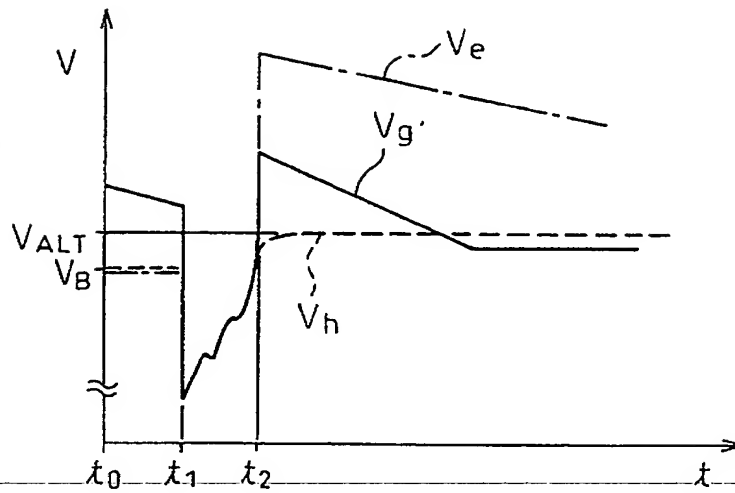


Fig.13B

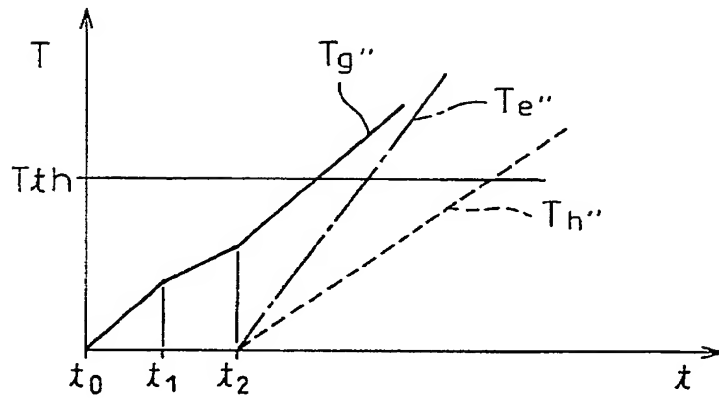




Fig.15A

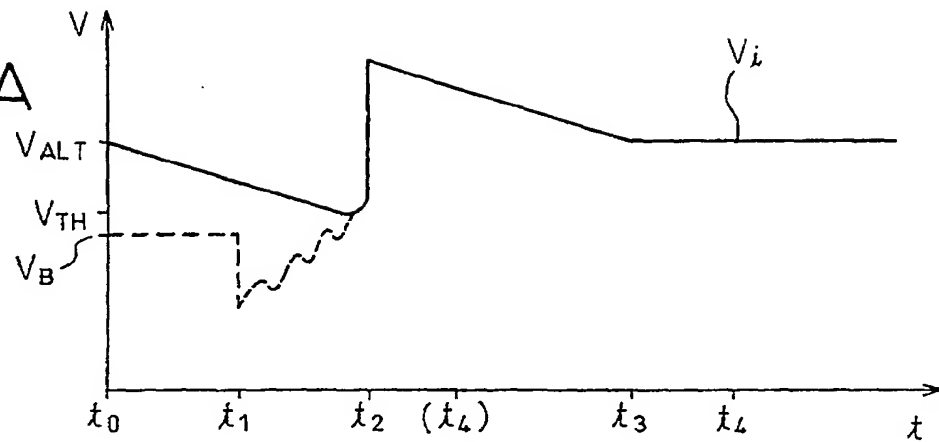


Fig.15B

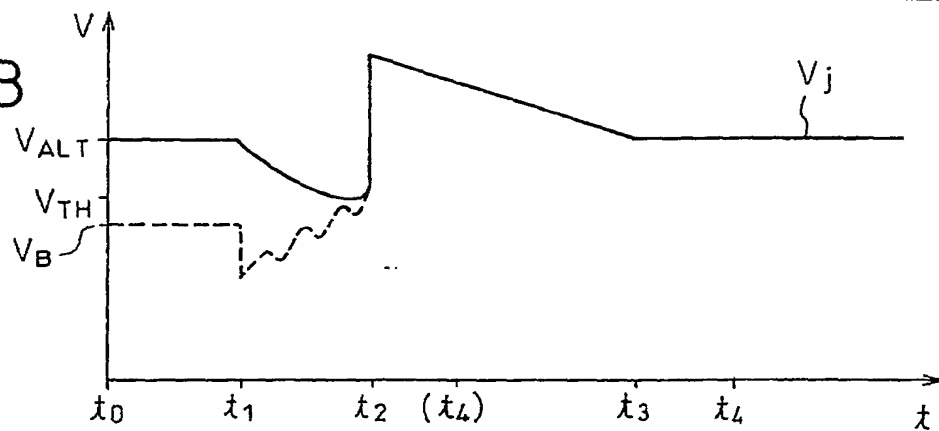


Fig.15C

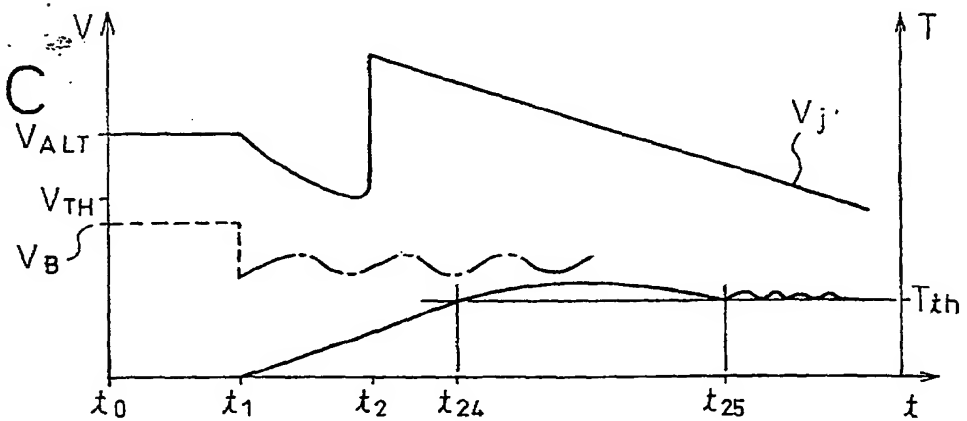


Fig.16

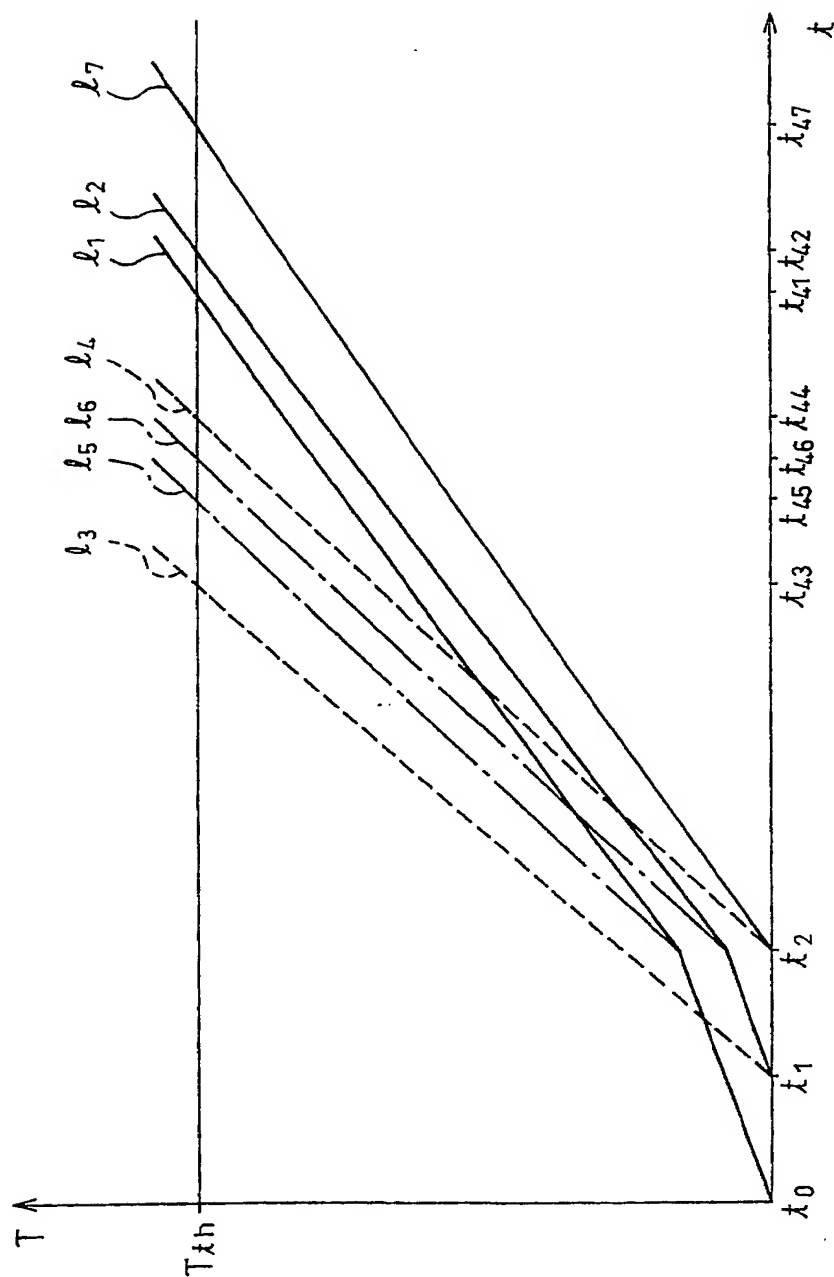


Fig.17  
STAND DER TECHNIK

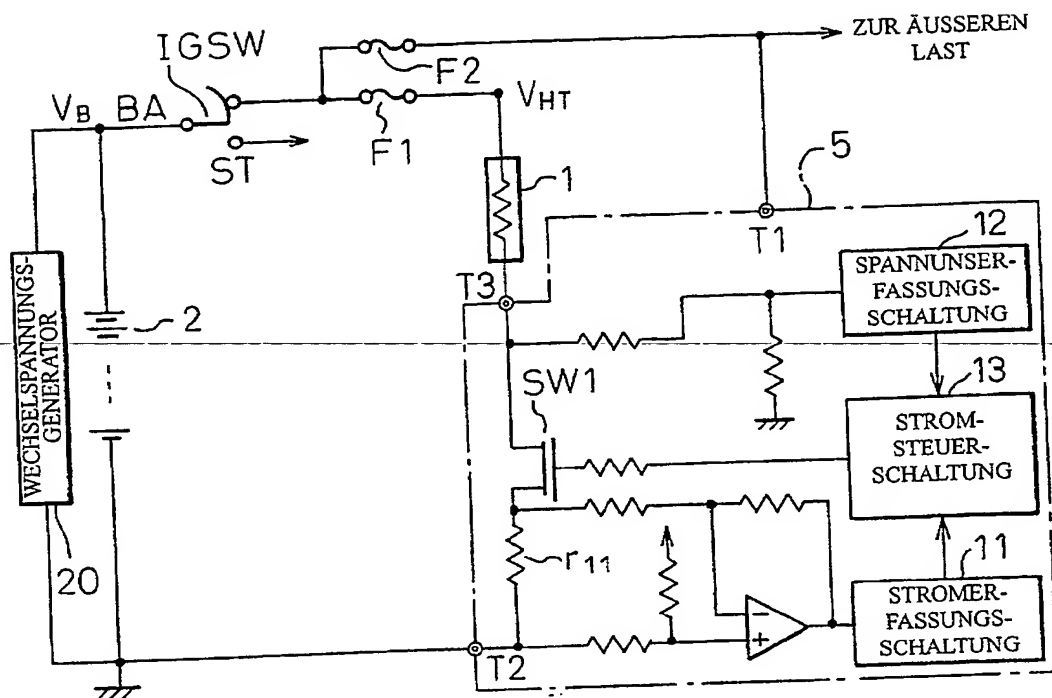


Fig.18  
STAND DER TECHNIK

